



Universidade de Brasília

**Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação**

Aproximar: Software de Apoio Educacional ao Ensino de Gestos Sociais a Autistas Clássicos

Alexandre Silva dos Santos
Eduardo Andreotti da Silva

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Orientador
Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano

Brasília
2013

Universidade de Brasília — UnB
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Curso de Computação — Licenciatura

Coordenador: Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano

Banca examinadora composta por:

Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano (Orientador) — CIC/UnB
Prof. Dr.^a Aletéia Patrícia Favacho de Araújo — CIC/UnB
Prof. Dr.^a Maristela Terto de Holanda — CIC/UnB
Prof.^a M.Sc. Maraísa Helena Borges Estevão Pereira — SEE-DF

CIP — Catalogação Internacional na Publicação

Eduardo Andreotti da Silva, Alexandre Silva dos Santos

.

Aproximar: Software de Apoio Educacional ao Ensino de Gestos Sociais
a Autistas Clássicos / Alexandre Silva dos Santos

Eduardo Andreotti da Silva. Brasília : UnB, 2013.

131 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

1. software educacional, 2. sensor de movimento, 3. autismo,
4. autista, 5. *Kinect*®

CDU 004.4

Endereço: Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro — Asa Norte
CEP 70910-900
Brasília-DF — Brasil

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Vilson e Solange, que infelizmente não puderam me ver alcançar este marco em minha vida. E à minha querida e amada esposa, Ana Flávia, que me apoiou, deu suporte e teve paciência em todos os momentos dessa árdua caminhada. Sem ela, essa conquista jamais seria possível.

Alexandre Silva dos Santos

Dedico este trabalho ao meu pai, exímio educador, que me mostrou a importância do respeito e da coragem, me apoiou em todas as minhas decisões inteligentes e até hoje cumpre a promessa de não me proibir de nada. À minha mãe, pelo carinho e apoio incondicionais em todos os momentos da minha vida, pela preocupação com meu bem-estar, e por me ensinar como ser bom e justo, acima de tudo.

Ao meu irmão, companheiro em tudo, amigo incondicional, porque ele sempre foi um exemplo pra mim.

À minha futura esposa Luana Facuri Miranda Cordeiro, por tudo o que ela significa pra mim.

E finalmente dedico este trabalho à professora Maria de **Fátima** Ramos **Brandão**, por acreditar em mim e me fazer seguir em frente quando eu perdi as esperanças.

Eduardo Andreotti da Silva

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, pois sem ele, nada seria possível.

Agradecemos à equipe de professores do Distrito Federal pelo apoio na fase de desenvolvimento e validação do software. Maraísa, Mara, Denise, Rudan e demais professores que participaram deste trabalho, nosso eterno obrigado.

Ao Prof. Wilson, nosso orientador, agradecemos por tudo. Pelo auxílio nas atividades, discussões e por ser nosso guia no andamento do projeto.

A nossas famílias, fonte de perseverança, inspiração e sustentação, nosso mais humilde obrigado.

Alexandre Silva dos Santos
Eduardo Andreotti da Silva

Resumo

Este trabalho apresenta as atividades de projetar, desenvolver e validar uma ferramenta de apoio educacional, o qual é um software gratuito de apoio ao trabalho de gestos sociais de pessoas autistas clássicos. Estão presentes novas tecnologias de interação homem-máquina, como sensores de movimento, e recursos multimídia de áudio e vídeo. O foco do trabalho é fazer o estudante reconhecer um conjunto básico de gestos pré-selecionados, e, assim, promover um aumento na interação deste estudante com o meio social. Os resultados do processo de validação com estudantes autistas clássicos mostraram que este software é uma ferramenta de ensino diferencial e útil.

Palavras-chave: software educacional, sensor de movimento, autismo, autista, *Kinect*®

Abstract

This paper presents the activities of designing, developing and validating a tool for educational assistance, a free software to support the work of social gestures of people with autism. Present new technologies for human-machine interaction, such as motion sensors, and multimedia audio and video are. The focus of the work is to recognize the student a basic set of pre-selected gestures, and thus promoting an increase in the interaction of the student with the social environment. The results of the validation process with autistic students showed that this software is a tool for differential and useful education.

Keywords: educational software, motion sensor, autism, autistic, Kinect[©]

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Definição do Problema	2
1.2	Justificativa	2
1.3	Objetivo	2
1.4	Objetivos Específicos	2
1.5	Metodologia	3
1.6	Organização do Trabalho	3
2	O Autismo	4
2.1	Primeira Identificação	4
2.2	Definição e Manifestação	5
2.3	Causas	7
2.4	Diagnóstico	7
2.5	Intervenções mais Comuns	8
2.6	Técnicas Pedagógicas Com Crianças Autistas	9
2.6.1	O Computador	9
2.6.2	Comunicação Facilitada - FC	10
2.7	Atendimento à Pessoa Autista	11
2.8	Atendimento às Pessoas com Deficiência	11
2.9	Autismo no Brasil e no Distrito Federal	15
3	Informática e Educação	17
3.1	Breve Histórico	17
3.2	Tecnologia Assistiva - TA	18
3.2.1	Modalidades da TA	20
3.3	Comunicação Aumentativa e Alternativa - CAA	21
3.3.1	Recursos de CAA	22
4	Desenvolvimento do Software Aproximar	24
4.1	Processo de Software	24
4.2	Definições Arquiteturais	27
4.2.1	Padrões de Projeto	30
4.2.2	Padrão <i>State</i>	31
4.2.3	Padrão <i>Observer</i>	32
4.2.4	Padrão <i>Singleton</i>	33
4.3	Tecnologias Adotadas	33
4.3.1	O <i>Kinect</i>	33

4.3.2	Tecnologia <i>Real-Time Human Pose Recognition</i>	35
4.3.3	SDK <i>Software Development Kit</i>	36
4.3.4	Outras Tecnologias Utilizadas com o SDK	36
4.3.5	Interação com o Usuário	37
4.3.6	Linguagem C#	38
4.3.7	O XAML (WPF)	39
4.3.8	Ambiente de Desenvolvimento	40
5	O Software Aproximar	41
5.1	Requisitos Educacionais	41
5.2	Requisitos Técnicos	42
5.3	Visão Geral do Aproximar	43
5.3.1	Configurações do Aproximar	44
5.3.2	Reconhecimento Gestual	46
5.4	Testes do Software	49
5.4.1	Metodologia	49
5.4.2	Análise dos Resultados	51
6	Conclusão e Trabalhos Futuros	53
6.1	Conclusão	53
6.2	Sugestão de Trabalhos Futuros	54
	Referências	55

Lista de Figuras

4.1	Modelo de processo em cascata [35]	26
4.2	Modelo de processo de software evolucionário [35]	27
4.3	Exemplo de sistema baseado no modelo em camadas [35]	29
4.4	Organização das camadas no software Aproximar.	30
4.5	Diagrama do padrão <i>state</i> [16].	31
4.6	Diagrama do padrão <i>observer</i> [16].	32
4.7	Diagrama do padrão <i>singleton</i> [16].	33
4.8	Detalhes das partes do <i>hardware</i> do <i>Kinect</i> ® [3].	34
4.9	Arquitetura do dispositivo <i>Kinect</i> ® [24].	35
4.10	Esqueleto gerado pelo <i>Kinect</i> ® [18].	36
4.11	Detecção de elementos da face e das mãos [14].	37
4.12	Detecção do gesto de dar adeus [19].	38
4.13	Exemplo de código em XAML [8].	40
5.1	Aproximar - <i>Splash Screen</i>	43
5.2	Tela de erro indicando problemas com o sensor.	44
5.3	Tela inicial do software Aproximar.	45
5.4	Botões de navegação da tela inicial.	46
5.5	Ajuste obrigatório no software Aproximar.	47
5.6	Sugestão de fixação do sensor <i>Kinect</i> ®.	48
5.7	Painel de configurações, visualização dos segmentos do corpo.	48
5.8	Tela de reconhecimento gestual do Aproximar.	49
5.9	Diagrama com resumo de uma atividade.	50

Lista de Tabelas

5.1	Requisitos técnicos de hardware do Aproximar.	43
5.2	Requisitos técnicos de software do Aproximar.	43
5.3	Tabela informativa do público observado.	51
5.4	Tabela informativa com os dados da validação.	51
5.5	Tabela com o CID-10 das condições clínicas.	52

Capítulo 1

Introdução

“A minha questão não é acabar com escola, é mudá-la completamente, é radicalmente fazer que nasça dela um novo ser tão atual quanto a tecnologia. Eu continuo lutando no sentido de pôr a escola à altura do seu tempo. E pôr a escola à altura do seu tempo não é soterrá-la, mas refazê-la.”

Freire & Papert, 1996

Em 1989 aconteceu o I Congresso Brasileiro de Autismo, em Brasília, promovido pela Associação Asteca de Brasília, hoje Ama - DF, com o apoio da ABRA [1]. O que se via eram práticas distorcidas, sem objetivo definido e sem rumo, e isso era o padrão. Profissionais médicos, em período de especialização, sem as informações mínimas que os capacitassem a trabalhar com essa população, já que seus preceptores também não estavam instrumentalizados tecnicamente. Escolas que denominavam a todos, e indiscriminadamente, de psicóticos. Pedagogos que tentavam aprender por meio de erros e acertos, qual era o melhor caminho. Psicólogos que ainda acreditavam que todas as mães eram doentes e lhes imputavam a origem de tal mal. Profissionais da Saúde Pública que diziam que essa população era pequena demais para merecer uma política específica e que poderiam/deveriam ser *“tratadas” em Postos de Saúde* [20].

Apesar dos notáveis avanços desde então, experiências de pesquisa em 2011 realizadas por alunos do curso de Computação da UnB, orientados pelo Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano, ainda demonstravam a escassez de ferramentas de auxílio à educação especial em aspectos básicos como a alfabetização.

Este projeto visa contribuir para a melhoria comportamental que facilite sua integração na família e na sociedade, garantindo uma melhor qualidade de vida dos estudantes autistas, através do desenvolvimento de um software educacional para reconhecimento gestual, que auxilie o professor no ensino de gestos simples para interação social, utilizando recursos audiovisuais para motivar o estudante.

Para essa tarefa foram envolvidos professores de escolas especializadas (como os Centros de Ensino Especial) e escolas comuns inclusivas, para auxiliar na definição dos requisitos educacionais das atividades abordadas pelo software (gestos), e nos testes de validação, de forma a atender às reais necessidades dos estudantes atendidos por eles e pela rede de ensino público.

1.1 Definição do Problema

O levantamento realizado pelos autores deste trabalho aponta que não existe software como ferramenta de auxílio na educação de gestos de interação social para estudantes com Transtorno do Espectro do Autismo, ou seja, há uma lacuna em termos de ferramenta educacional.

1.2 Justificativa

O desenvolvimento de um software para fins pedagógicos na educação especial não é muito interessante para empresas privadas por sua pequena abrangência e mercado restrito, além da enorme burocracia que enfrentariam caso quisessem vender tal software para aplicação na rede pública de ensino (que no DF, por exemplo, corresponde a 97,5% das instituições de educação especial - Russo [33]), tornando pouco provável que tal desenvolvimento ocorra de outra forma que não a filantrópica. Além disso, deixar uma contribuição positiva e concreta ao final do curso de graduação em computação é um fator motivador.

1.3 Objetivo

Desenvolver um software educacional de apoio ao ensino de gestos para a interação social de estudantes autistas clássicos.

1.4 Objetivos Específicos

- Desenvolver a ferramenta utilizando o sensor *Kinect for Windows*® da *Microsoft*® para reconhecimento dos gestos;
- Atender aos requisitos educacionais e demandas estipulados em reuniões com os professores da rede de ensino;
- Especificar os requisitos de hardware e software para a utilização da ferramenta desenvolvida;
- Criar um tutorial aos professores explicando a utilização da ferramenta, e como configurar o sensor de movimento;

- Garantir ao professor um certo nível de personalização da ferramenta para melhor adaptá-la às suas necessidades de uso.

1.5 Metodologia

A criação da ferramenta seguiu algumas etapas, mas foi focado em um modelo experimental, onde o conhecimento prévio das necessidades e dificuldades encontradas na educação dos autistas partiu de professores especialistas, e o conhecimento de elaboração do software partiu dos graduantes que produziram este trabalho.

Todo o referencial teórico acerca do autismo foi sugerido pelos próprios professores especialistas, ao longo das reuniões e do desenvolvimento da ferramenta fornecendo orientações dentro da prática pedagógica para aquilo que foi solicitado e dito durante as reuniões de trabalho.

Na primeira reunião com os professores foram apresentados o sensor de movimentos e suas possibilidades de uso, além de alguns exemplos de softwares, demonstrando como a interação com o sensor poderia ser vista e reconhecida pela ferramenta que seria desenvolvida.

Na reunião seguinte os professores apresentaram ideias para o desenvolvimento da ferramenta e se chegou a um consenso com relação a qual seria a interface da ferramenta. Algumas ideias de desenvolvimento foram levadas posteriormente e delas surgiu a primeira versão do software.

Novas reuniões ocorreram, já em meio aos testes de validação da ferramenta, com os estudantes dos professores envolvidos, onde ajustes foram acordados e novas funcionalidades acrescentadas.

O processo de validação teve continuidade, mesmo após a ferramenta já se encontrar em sua fase final. Porém, esta parte da validação foi feita em outra escola, a fim de coletar outras informações de professores não envolvidos na definição inicial da ferramenta.

1.6 Organização do Trabalho

O Capítulo 2 trata de aspectos educacionais, dos aspectos históricos e da definição de autismo, das políticas públicas e leis que garantem o tratamento diferenciado aos autistas no Brasil, seguido do atendimento especializado no Distrito Federal. O Capítulo 3 contextualiza o uso de ferramentas computacionais na educação e aquelas voltadas para pessoas autistas. O Capítulo 4 trata do processo de desenvolvimento de software de uma maneira mais generalista, enquanto o capítulo 5 fala mais especificamente sobre a ferramenta desenvolvida neste trabalho. Finalmente, o Capítulo 6 traz as conclusões e percepções do trabalho desenvolvido, além de sugestões para continuidade deste trabalho.

Capítulo 2

O Autismo

Para Frith [17], o autismo não é um problema atual, embora só tenha sido reconhecido recentemente. Devido à breve história da psiquiatria, e da curta história da psiquiatria infantil, sabe-se que um transtorno descrito recentemente não é, necessariamente, um transtorno novo. Por este motivo, o objetivo deste capítulo é estabelecer um entendimento sobre este assunto, o autismo, e todo o conjunto de termos associados a ele. Para tanto, é feito um levantamento histórico da primeira identificação e aplicabilidade da palavra autismo, como também, seu conceito. Em seguida, é realizado um estudo sobre as formas mais comuns de manifestação, suas causas, o diagnóstico, as intervenções mais frequentes e, finalmente, algumas técnicas de trabalho utilizadas com pessoas autistas.

2.1 Primeira Identificação

O termo "autismo" foi introduzido na psiquiatria por Plouller, em 1906, como item descritivo do sinal clínico de isolamento. Em 1943, o médico austríaco Kanner [21] foi o responsável pela primeira descrição do autismo. Em seu artigo, escrito originalmente em inglês, ele descreve 11 casos, dos quais o primeiro, Donald T., chegou até ele em 1938.

No ano seguinte, o médico Asperger [11], também austríaco e formado na Universidade de Viena, mesma instituição onde estudou Kanner, escrevem um artigo com o título "Psicopatologia Autística da Infância", descrevendo crianças bastante semelhantes às descritas por Kanner. Ambos acreditavam que desde o nascimento havia um transtorno básico que originava problemas altamente característicos. Entretanto, ao contrário do artigo de Kanner, o de Asperger levou muitos anos para ser amplamente divulgado. Acredita-se que a principal razão para o desconhecimento do artigo de Asperger é o fato dele ter sido escrito originalmente em alemão.

É bastante interessante notar o fato de ambos, em seus trabalhos, escolherem a palavra "autista" para designar e caracterizar a natureza do transtorno estudado. Neste ponto, o que realmente levou Kanner e Asperger a escolherem a mesma terminologia foi o trabalho de Eugen Bleuler em 1911. Inicialmente, a palavra "autista" se referia a um transtorno básico em esquizofrenia (outro termo publicado por Bleuler), especificamente, ocorre o estreitamento do relacionamento com as pessoas e com o mundo exterior, um estreitamento tão intenso que parece excluir tudo ao redor do indivíduo, exceto a própria pessoa. Descrito como um afastamento da estrutura de vida social para a individualidade,

deu origem às palavras “autista” e “autismo”, provenientes da palavra grega autos, que tem como significado “próprio”.

Atualmente, atribui-se tanto a Kanner como a Asperger a identificação do autismo, sendo que por vezes encontram-se seus estudos associados a distúrbios ligeiramente diferentes.

2.2 Definição e Manifestação

Autismo é considerado uma síndrome neuropsiquiátrica. Ele não pode ser definido simplesmente como uma forma de retardo mental, embora muitos quadros de autismo apresentar inteligência limitada. Segundo Mello [27], em seu guia prático, autismo é definido da seguinte forma:

*“Autismo é uma síndrome definida por alterações presentes desde idades muito precoces, tipicamente antes dos três anos de idade, e que se caracteriza sempre por desvios qualitativos na **comunicação**, na **interação social** e no **repertório de comportamentos**.”*

O aparecimento simultâneo destes três desvios caracteriza o autismo. Wing & Gould [25], em um estudo realizado em 1979, denominaram esse conjunto de fatores de “Tríade”. Esta é responsável por um padrão de comportamento restrito e repetitivo, mas com condições de inteligência que podem variar do retardo mental a níveis acima da média.

1. **Comprometimento na comunicação** – Não consegue ou apresenta extrema dificuldade em utilizar todos os aspectos da comunicação verbal e não verbal com algum sentido. Isto inclui expressões faciais, gestos, ritmo, linguagem corporal e modulação na linguagem verbal;
2. **Dificuldade na interação social** – este ponto é crucial no autismo, sendo o mais fácil de gerar falsas interpretações. Significa a dificuldade em relacionar-se com os outros, a incapacidade de compartilhar sentimentos, gostos e emoções, e a dificuldade na discriminação entre diferentes pessoas;
3. **Problemas no repertório de comportamentos** – apresenta-se por rigidez e inflexibilidade e se estende às várias áreas do pensamento, linguagem e comportamento da criança. Isto pode ser exemplificado por comportamentos obsessivos e ritualísticos, compreensão literal da linguagem, falta de aceitação das mudanças e dificuldades em processos criativos.

Tomando por base o primeiro fator da “Tríade”, não é difícil encontrar uma criança autista sem linguagem verbal e com dificuldade na comunicação por qualquer outra via - isto inclui ausência de uso de gestos ou um uso muito precário dos mesmos; ausência de expressão facial ou expressão facial incompreensível para os outros, e assim por diante - como se pode, igualmente, encontrar crianças que apresentam linguagem verbal, porém esta é repetitiva e não comunicativa.

As crianças autistas, que apresentam linguagem verbal, podem repetir simplesmente o que lhes foi dito. Este fenômeno é conhecido como **ecolalia imediata**. Já outras crianças autistas podem repetir frases ouvidas há horas, ou até mesmo dias antes; é a chamada **ecolalia tardia**.

Também é comum que crianças autistas com cognitivo preservado repitam frases ouvidas anteriormente e de forma perfeitamente adequada ao contexto, embora, em alguns casos, o tom de voz soe estranho e pedante.

O segundo fator da “Tríade”, muitas vezes se manifesta em um autista da seguinte forma: a criança aparenta ser muito afetiva, por aproximar-se das pessoas abraçando-as e mexendo, por exemplo, em seu cabelo, ou mesmo beijando-as, mas na verdade algumas delas podem adotar indiscriminadamente esta postura, sem diferenciar pessoas, lugares ou momentos. Esta aproximação usualmente segue um padrão repetitivo e não contém nenhum tipo de troca ou compartilhamento.

O problema de sociabilização, que faz com que alguns autistas tenham uma consciência mais restrita da outra pessoa, é responsável, em muitos casos, pela falta ou diminuição da capacidade de imitar, que é um dos pré-requisitos cruciais para o aprendizado, e também pela dificuldade de se colocar no lugar do outro e de compreender os fatos a partir da perspectiva do outro.

Por último, o terceiro fator da “Tríade”, problemas no repertório comportamental. Este problema pode ser percebido por formas de brincar desprovidas de criatividade e pela exploração peculiar de brinquedos e objetos. Uma criança autista pode passar horas a fio explorando a textura de um brinquedo. Em crianças autistas com cognitivo preservado, pode-se perceber a fixação em determinados assuntos, na maioria dos casos incomuns em crianças da mesma idade, como calendários ou animais pré-históricos, o que é confundido, algumas vezes, com altas habilidades/superdotação.

Mudar a rotina, como mudança de casa, dos móveis, ou até mesmo de percurso, costuma perturbar bastante algumas destas crianças.

Crianças com o chamado Autismo Infantil mostram distúrbios em interação social, comunicação e brincadeiras imaginativas antes dos três anos de idade, bem como comportamentos, interesses e movimentos estereotipados.

Por outro lado, o Autismo Atípico é uma variante do autismo que pode ter início mais tardio, dos 3 até os 12 anos de idade. Assim como a criança autista de início precoce, a criança autista atípica não desenvolve relacionamentos sociais comuns e, frequentemente, apresenta maneirismos incomuns e padrões anormais de fala. Essas crianças também podem ter Síndrome de Tourette, Transtorno Obsessivo-Compulsivo ou Hiperatividade, apesar de não atenderem a todos os critérios para o diagnóstico de autismo ou síndrome de Asperger.

2.3 Causas

O cerne das causas do autismo é desconhecida. Existem suposições que sua origem esteja ligada a anormalidades no cérebro de origem genética, mas nada definido de forma conclusiva.

A hipótese de origem do autismo à frieza ou rejeição materna foi descartada há décadas sendo, atualmente, apenas um mito. Entretanto, a despeito de todos os indícios e da retratação pública desta teoria, alguns ainda a defendem ou apoiam teorias aparentemente diferentes, mas derivadas desta.

Como as causas não são totalmente claras recomenda-se como prevenção do autismo os cuidados gerais a todas as gestantes, especialmente precaução na ingestão de produtos químicos, como por exemplo, remédios, álcool ou fumo.

2.4 Diagnóstico

Instituições como a AMA (Associação de Amigos do Autista), orientam que o diagnóstico de autismo seja realizado por um profissional com formação em medicina e experiência clínica de vários anos diagnosticando essa síndrome.

Na maioria dos casos, o diagnóstico inicia-se por meio de uma avaliação do quadro clínico. Para a sua detecção não existem testes laboratoriais específicos. Por este motivo, diz-se que o autismo não possui um marcador biológico.

No processo usual de investigação, o médico solicita uma sequência de exames para averiguar as condições (possíveis doenças), com causas identificáveis e que podem apresentar um quadro de autismo infantil, como por exemplo, o X-frágil, a fenilcetonúria ou a esclerose tuberosa. Sempre é importante observar, que nenhuma das condições apresenta os sintomas de autismo infantil em todas as suas ocorrências.

Portanto, mesmo que às vezes surjam indícios bastante fortes de autismo por volta dos dezoito meses, raramente o diagnóstico é conclusivo antes dos vinte e quatro meses, porém não é fechado antes dos 3 anos. Para melhor uniformizar e instrumentalizar o diagnóstico, foram criadas escalas, critérios e questionários. O diagnóstico precoce é importante para poder iniciar a intervenção educacional especializada o mais rapidamente possível.

A AMA ainda alerta que existem graus diferenciados de autismo e que há, em instituições especializadas (como a própria AMA), intervenções adequadas a cada tipo ou grau de comprometimento. Além disso, é uma especialidade de algumas dessas instituições não apenas a intervenção em crianças com diagnóstico de autismo, mas também a intervenção em crianças com atrasos no desenvolvimento relacionados ao autismo.

São vários os sistemas de diagnósticos utilizados para a classificação do autismo. Os mais utilizados são a Classificação Internacional de Doenças da Organização Mundial de Saúde, ou a CID-10, em sua décima versão, e o Manual de Diagnóstico e Estatística de Doenças Mentais da Academia Americana de Psiquiatria, ou DSM-IV. No Reino Unido, também é bastante utilizado o CHAT (*Checklist* de Autismo em Bebês, desenvolvido por Baron-Cohen, Allen e Gillberg, 1992), que é uma escala de investigação de autismo

aos 18 meses de idade. É um conjunto de nove perguntas a serem propostas aos pais com respostas do tipo sim/não. Hoje o Brasil e a Europa trabalham também com CIF (Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde) adotada pela OMS (Organização Mundial da Saúde).

2.5 Intervenções mais Comuns

Existem vários tipos de atendimento que podem ser usados para ajudar uma criança autista. Independentemente da linha escolhida, a maioria dos especialistas ressalta que o atendimento deve começar o mais cedo possível, as terapias devem ser adaptadas às necessidades específicas de cada criança e a eficácia do atendimento deve ser medida com os avanços da criança. Sabe-se que uma intervenção precoce consegue reduzir comportamentos inadequados e minimizar os prejuízos nas áreas do desenvolvimento. Os atendimentos e terapias visam tornar os indivíduos mais independentes em todas as suas áreas de atuação, favorecendo uma melhoria na qualidade de vida das pessoas autistas e suas famílias. Segundo Mello [27], em seu guia prático, os atendimentos mais comuns são:

1. **Intervenção e educação para crianças autistas e com distúrbios correlatos da comunicação (TEACCH):** Desenvolvido nos anos 1960 no Departamento de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da Universidade da Carolina do Norte, Estados Unidos, e atualmente muito utilizado em várias partes do mundo. Idealizado pelo Dr. Eric Schoppler, o método **TEACCH** utiliza uma avaliação de "Perfil Psicoeducacional Revisado" (PER-R) para avaliar as crianças. Esse processo leva em conta os pontos fortes e as maiores dificuldades do indivíduo, tornando possível um programa individualizado. Baseia-se na organização do ambiente físico por meio de rotinas, organizadas em quadros, painéis ou agendas e sistemas de trabalho, de forma a adaptar o ambiente para tornar mais fácil para a criança compreendê-lo.
2. **Análise aplicada do comportamento (ABA):** é uma abordagem da psicologia que é usada para a compreensão do comportamento e vem sendo amplamente utilizada no atendimento a pessoas com desenvolvimento atípico, como os transtornos invasivos do desenvolvimento (TIDs). **ABA** vem do behaviorismo e observa, analisa e explica a associação entre o ambiente, o comportamento humano e a aprendizagem, [23]. Ela visa ensinar à criança habilidades que ela não possui, através da introdução destas habilidades por etapas. Cada habilidade é ensinada, em geral, em esquema individual, inicialmente apresentando-a associada a uma indicação ou instrução. Quando necessário, é oferecido algum apoio, como por exemplo o apoio físico, que deverá ser retirado tão logo seja possível, para não tornar a criança dependente dele. A resposta adequada da criança tem como consequência a ocorrência de algo agradável para ela, o que na prática é uma recompensa. Quando a recompensa é utilizada de forma consistente, a criança tende a repetir a mesma resposta.
3. **Sistema de comunicação por meio da troca de figuras (PECS):** Criado para ajudar crianças e adultos autistas e com outros distúrbios de desenvolvimento a adquirir habilidades de comunicação. Primeiramente é utilizado com indivíduos que não se comunicam ou que possuem comunicação, mas a utilizam com baixa eficiência. Sua implementação consiste, basicamente, na aplicação de uma sequência

de seis passos e visa ajudar crianças a perceber que através da comunicação elas podem conseguir muito mais rapidamente as coisas que desejam. Isso as estimula a comunicar-se, e muito provavelmente a diminuir drasticamente problemas de conduta. Esse sistema é bem aceito em vários lugares do mundo, pois não demanda materiais caros ou complexos. Seu aprendizado é relativamente fácil, podendo ser aplicado em qualquer lugar, e quando bem aplicado, mostra resultados inquestionáveis na comunicação através de cartões;

4. **Outros tratamentos:** Como formas de atendimento, ainda podem ser destacados fonoaudiológicos, equoterapia, musicoterapia, hortaterapia, aquaterapia, atendimentos psicoterapêuticos entre outros.

2.6 Técnicas Pedagógicas Com Crianças Autistas

Algumas técnicas são mais conhecidas quando se fala em aplicação com crianças autistas, sendo algumas criadas especialmente para elas ou desenvolvidas para tratar outras patologias.

Aplicadas há algum tempo, e uma grande maioria há mais de dez anos, todas começaram como grandes promessas para pais e o tempo mostrou que elas não são milagrosas. Contudo, algumas delas, se aplicadas conscientemente, da forma como foram concebidas ou com adaptações a estilos e culturas, podem ser um excelente complemento ao atendimento educacional.

Várias instituições em todo o mundo vêm combinando uma série de técnicas como complemento ao trabalho educacional de base, e vêm colhendo cada vez mais resultados na reabilitação de crianças autistas, principalmente as que começaram cedo o atendimento, através do empenho na formação de seus técnicos, no envolvimento dos pais e na construção de uma atitude de trabalho pedagógico positiva. A seguir, encontra-se uma descrição resumida de algumas delas.

2.6.1 O Computador

O uso do computador é relativamente recente em comparação às outras intervenções, técnicas e metodologias de atendimento presentes no trabalho com crianças autistas. Não existem muitas informações disponíveis, mesmo na internet, sobre o uso do computador como ferramenta de apoio ao desenvolvimento dessas crianças. No geral, algumas crianças autistas podem ignorar o computador, enquanto outras a atenção é tomada por determinadas imagens ou sons, sendo muitas vezes difícil identificar o real foco dessa atenção. A AMA de São Paulo utiliza o computador como ferramenta de apoio ao aprendizado da escrita para crianças que já haviam adquirido a leitura e, devido a problemas de coordenação motora fina ou por desinteresse, não desenvolvem a escrita através de métodos tradicionais de ensino.

Os softwares utilizados são comuns, como por exemplo, editores de texto e de imagens. A sistemática é bem simples e pode apresentar resultados positivos em crianças que demonstram muita resistência ao aprendizado da escrita pelo modelo tradicional.

Primeiramente, o processo é com traços simples e sessões muito curtas, sempre com orientação do professor ou terapeuta. A evolução do trabalho, tanto no tempo como em complexidade, ocorre conforme a criança consegue movimentar o mouse da forma esperada e sem apoio. Depois de um período razoável são introduzidos outros elementos como quadro de escrita, lápis e papel.

Inicialmente, o espaço disponível para o desenho ou escrita é bastante amplo. Isto é muito importante, pois, conforme a evolução da criança, esse espaço pode ir diminuindo e sua habilidade de fato aumentando com o processo.

2.6.2 Comunicação Facilitada - FC

Desenvolvido em Melbourn, Austrália, sua proposta inicial tinha como foco pessoas com paralisia cerebral, sendo utilizada mais tarde com autistas.

Resumindo, era o uso de um teclado de máquina de escrever ou computador, no qual um pessoa autista podia transmitir seus pensamentos com a ajuda de um facilitador, que lhe oferecia um suporte físico para efetuar a ação.

Foi a realização do sonho de muitos pais e profissionais, que possuíam a crença que crianças autistas pensavam muito mais do que conseguiam transmitir por meios convencionais. Acreditavam eles que, com esse novo recurso, as crianças poderiam exteriorizar o real conteúdo de seus pensamentos.

Em 1995, o maior jornal da Associação Americana de Psicologia, *The American Psychologist*, na página 750 do número 50, publicou um artigo de John Jacobson de título "História da Comunicação Facilitada: Ciência, Pseudociência e Anticiência". Neste artigo, Jacobson menciona pesquisas sérias e conclusivas que provaram que não só as pessoas autistas não têm capacidade para expressar tudo aquilo que se supunha que expressavam através da FC, como também os facilitadores, ainda que inconscientemente, influenciavam o conteúdo da mensagem comunicada.

2.7 Atendimento à Pessoa Autista

"É considerada pessoa com transtorno do espectro autista aquela com: 1 - deficiência persistente e clinicamente significativa da comunicação e da interação sociais, manifestada por deficiência marcada de comunicação verbal e não verbal usada para interação social; ausência de reciprocidade social; falência em desenvolver e manter relações apropriadas ao seu nível de desenvolvimento; 2 - padrões restritivos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades, manifestados por comportamentos motores ou verbais estereotipados ou por comportamentos sensoriais incomuns; excessiva aderência a rotinas e padrões de comportamento ritualizados; interesses restritos e fixos".

Lei 12.764 (Berenice Piana), de 27 de dezembro de 2012

Esta seção contextualiza a questão do atendimento multidisciplinar ao autista nas políticas públicas. Primeiramente, é feita uma descrição cronológica sobre o atendimento de pessoas com deficiência, e posteriormente, uma visão geral sobre o autismo no Brasil, e finalmente, no Distrito Federal.

2.8 Atendimento às Pessoas com Deficiência

Na época do Império foi iniciado o atendimento às pessoas com deficiência, através do Imperial Instituto dos Meninos Cegos (criado em 1854 e atual Instituto Benjamin Constant-IBC) e do Instituto dos Surdos Mudos (de 1857, atual Instituto Nacional da Educação dos Surdos- INES). Já no século XX, em 1926, é criado o Instituto Pestalozzi, especializado em atendimento às pessoas com deficiência intelectual, e em 1954 é fundada a primeira Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais - APAE.

Logo em seguida, em 1961, o atendimento educacional às pessoas com deficiência passa a ser fundamentado pelo disposto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 4.024/61, que aponta o direito dos "excepcionais" à educação. A Lei nº 5.692 de 1971, que altera a LDBEN de 1961, define o "tratamento especial" aos estudantes com "deficiências físicas, mentais, os que se encontrem em atraso considerável quanto à idade regular de matrícula e os superdotados". A criação do Centro Nacional de Educação

Especial - CENESP, no MEC, em 1973, impulsionam ações educacionais voltadas às pessoas com deficiência, porém permanecendo ainda a concepção de "políticas especiais".

A Constituição Federal de 1988 busca garantir o direito mais amplo à educação, através de seu artigo 205 - educação é um direito de todos, artigo 206 inciso I -igualdade de condições de acesso e permanência na escola, e artigo 208 -oferta do atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino é dever do Estado. O Estatuto da Criança e do Adolescente - Lei nº 8.069/90, artigo 55, reforça a constituição ao determinar que "os pais ou responsáveis têm obrigação de matricular seus filhos na rede regular de ensino". Tratados internacionais como a Declaração Mundial de Educação para Todos (1990) e a Declaração de Salamanca (1994) também influenciam na criação de políticas públicas de educação inclusiva.

Em 1994 é publicada a Política Nacional de Educação Especial, que sugere uma "integração instrucional"de acesso às classes comuns do ensino regular àqueles que "(...) possuem condições de acompanhar e desenvolver as atividades curriculares programadas do ensino comum, no mesmo ritmo que os alunos ditos normais". Esta disposição, porém, por considerar padrões homogêneos de participação ("mesmo ritmo"), não reformula a prática educacional para valorizar os diferentes potenciais de aprendizagem no ensino comum, mantendo os estudantes "fora de ritmo"exclusivamente no âmbito da educação especial.

A atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9.394/96, em seu artigo 59, preconiza que os sistemas de ensino devem assegurar aos estudantes currículo, métodos, recursos e organização específicos para atender às suas necessidades; assegura a terminalidade e adequação da temporalidade específica àqueles que não atingiram o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude de suas deficiências e; a aceleração de estudos aos estudantes com altas habilidades/superdotação para conclusão do programa escolar. Também define, dentre as normas para a organização da educação básica, a “possibilidade de avanço nos cursos e nas séries mediante verificação do aprendizado” (art. 24, inciso V) e “[...] oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames” (art. 37).

Em 1999, o Decreto nº 3.298, que regulamenta a Lei nº 7.853/89, ao dispor sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, define a educação especial como uma modalidade transversal a todos os níveis e modalidades de ensino, enfatizando a atuação complementar da educação especial ao ensino regular.

As Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, Resolução CNE/CEB nº 2/2001, no artigo 2º, determinam que:

"Os sistemas de ensino devem matricular todos os alunos, cabendo às escolas organizar-se para o atendimento aos educandos com necessidades educacionais especiais, assegurando as condições necessárias para uma educação de qualidade para todos."

(MEC/SEESP, 2008)

O Plano Nacional de Educação - PNE, Lei nº 10.172/2001, destaca que "o grande avanço que a década da educação deveria produzir seria a construção de uma escola inclusiva que garanta o atendimento à diversidade humana".

A Convenção da Guatemala (1999), promulgada no Brasil pelo Decreto nº 3.956/2001, afirma que as pessoas com deficiência têm os mesmos direitos humanos e liberdades fundamentais que as demais pessoas, definindo como discriminação com base na deficiência, toda diferenciação ou exclusão que possa impedir ou anular o exercício dos direitos humanos e de suas liberdades fundamentais.

Na perspectiva da educação inclusiva, a Resolução CNE/CP nº 01/2002, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, define que as instituições de ensino superior devem prever em sua organização curricular formação docente voltada para a atenção à diversidade e que contemple conhecimentos sobre as especificidades dos estudantes com necessidades educacionais especiais.

A Lei nº 10.436/02 reconhece a Língua Brasileira de Sinais como meio legal de comunicação e expressão, determinando que sejam garantidas formas institucionalizadas de apoiar seu uso e difusão, além de incluir a disciplina de Libras como parte integrante do currículo nos cursos de formação de professores e de fonoaudiologia.

A Portaria nº 2.678/02 do MEC aprova diretriz e normas para o uso, o ensino, a produção e a difusão do Sistema Braille em todas as modalidades de ensino.

Em 2003, o Ministério da Educação cria o Programa Educação Inclusiva: direito à diversidade. Em 2004, o Ministério Público Federal divulga o documento "O Acesso de Alunos com Deficiência às Escolas e Classes Comuns da Rede Regular".

Impulsionando a inclusão educacional e social, o Decreto nº 5.296/04 regulamentou as leis nº 10.048/00 e nº 10.098/00, estabelecendo normas e critérios para a promoção da acessibilidade às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Nesse contexto, o Programa Brasil Acessível é implementado.

O Decreto nº 5.626/05, que regulamenta a Lei nº 10.436/2002, visando a inclusão dos estudantes surdos, dispõe sobre a inclusão da Libras como disciplina curricular.

A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, aprovada pela ONU em 2006, da qual o Brasil é signatário, estabelece que os Estados Parte devem assegurar um sistema de educação inclusiva em todos os níveis de ensino, em ambientes que maximizem

o desenvolvimento acadêmico e social compatível com a meta de inclusão plena, adotando medidas para garantir que:

1. As pessoas com deficiência não sejam excluídas do sistema educacional geral sob alegação de deficiência e que as crianças com deficiência não sejam excluídas do ensino fundamental gratuito e compulsório, sob alegação de deficiência;
2. As pessoas com deficiência possam ter acesso ao ensino fundamental inclusivo, de qualidade e gratuito, em igualdade de condições com as demais pessoas na comunidade em que vivem (Art. 24).

Em 2006, a Secretaria Especial dos Direitos Humanos, o Ministério da Educação, o Ministério da Justiça e a UNESCO lançam o Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos que objetiva, dentre as suas ações, fomentar, no currículo da educação básica, as temáticas relativas às pessoas com deficiência e desenvolver ações afirmativas que possibilitem inclusão, acesso e permanência na educação superior.

Em 2007, no contexto com o Plano de Aceleração do Crescimento - PAC, é lançado o Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE, reafirmado pela Agenda Social de Inclusão das Pessoas com Deficiência, tendo como eixos a acessibilidade arquitetônica dos prédios escolares, a implantação de salas de recursos e a formação docente para o atendimento educacional especializado.

Em 2011, dia 17 de novembro, foi aprovado o decreto nº 7.611/2011, que dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado, restaura a importância histórica das instituições privadas sem fins lucrativos, especializadas e com atuação exclusiva em educação especial, garantindo sua coexistência com instituições de ensino regular, e ainda de maneira complementar aos estudantes matriculados no ensino regular, assegurando a dupla matrícula. Em seu artigo 5º compete à União prestar apoio técnico e financeiro aos sistemas públicos de ensino e também às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos.

Com o decreto nº 7.612 de 17 de novembro de 2011, o Governo Federal lançou o Plano Viver sem Limite, visando implementar novas iniciativas e intensificar ações que, atualmente, já são desenvolvidas pelo Governo Federal em benefício da pessoa com deficiência. Pretende-se com este plano melhorar o acesso destes cidadãos aos direitos básicos, como educação, transporte, mercado de trabalho, qualificação profissional, moradia e saúde.

No âmbito da educação, além da ampliação do BPC na Escola (Benefício de Prestação Continuada), o plano tem as seguintes metas:

- Aquisição de 2.600 ônibus acessíveis para o Transporte Escolar Acessível de 60 mil estudantes com deficiência. - Salas de Recursos Multifuncionais para escolas públicas regulares e escolas especiais que oferecem atendimento educacional especializado. Serão implantadas 17 mil novas salas e atualizadas 28 mil salas. - Contratação de 648 Professores de Libras e 648 Tradutores/Intérpretes de Libras para acessibilidade aos estudantes com deficiência auditiva nas instituições federais de ensino. - Adequação arquitetônica para acessibilidade em 42 mil escolas públicas, tornando a Escola Acessível. - Apoio a 180 projetos em instituições federais de ensino para promoção da acessibilidade na educação superior. - Garantia de, no mínimo, 5- Expansão para 27 cursos de Letras/Libras,

passando de 1.800 vagas/ano para 2.700 vagas/ano e a criação de 12 cursos de Pedagogia Bilíngüe - Libras/Língua Portuguesa com novas 480 vagas/ano, concretizando a Formação Inicial de Professores e Tradutores/Intérpretes de Libras.

Além disso, no âmbito da saúde, cabe mencionar as leis (algumas que também tratam da educação) que garantem o atendimento especializado para os portadores de transtornos mentais. São elas: LEI 8069/90 - ECA - Estatuto da Criança e do Adolescente, Lei 10.216/2001, Lei nº 12.764/2012, Decreto nº 6949/2009, Decreto Presidencial nº 7.508/2011, Portaria GM nº 336/2002, Portaria GM nº 4.279/2010, Portaria GM nº 3088/2011, Portaria nº 793/2012 e Portaria SAS nº 854/2012. Destas, a maior parte visa garantir o atendimento dos portadores de necessidades especiais pelo SUS e RAS (redes de atenção à saúde).

2.9 Autismo no Brasil e no Distrito Federal

No Brasil, ainda não há estatísticas oficiais sobre o autismo. Segundo as projeções do livro "Retratos do Autismo no Brasil", o país teria cerca de 1,2 milhão de pessoas autistas. Estes dados não são representativos, como relatam as próprias organizadoras do livro. Estas informações partiram de dados obtidos através da resposta de questionários respondidos voluntariamente por instituições que assistem pessoas autistas, mas “podem ser considerada um retrato da realidade brasileira, com estados onde o atendimento ao autismo é praticamente inexistente e uma distribuição desigual das possibilidades assistenciais para as pessoas autistas conforme sua região” [10].

No Distrito Federal também não há dados oficiais. Levantamentos de algumas associações indicam que 250 mil crianças apresentem o transtorno [2]. A SEEDF atende 1.173 estudantes (matriculados) com TGD.

A maior parte das estatísticas e/ou informações relativas ao autismo vem de instituições não-governamentais, muitas vezes criadas, por pais de crianças com diagnóstico de autismo.

As iniciativas do Governo vêm alterando esta situação de falta de informações sobre o autismo e melhorando o atendimento destas pessoas.

Apesar das pessoas autistas estarem contempladas no Plano Nacional da Pessoa com Deficiência - Viver sem Limite, o Governo aprovou em 2012 a Lei 12.764 (Lei Berenice Piana), de 27/12/12, que institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtornos do Espectro do Autismo. A lei partiu de um projeto de iniciativa popular e assegura aos autistas os benefícios legais de todas as pessoas com deficiência, que incluem desde a reserva de vagas em empresas com mais de cem funcionários, até o atendimento preferencial em bancos e repartições públicas. Todavia, esta Lei ainda carece de regulamentação.

E em abril de 2013, o Governo Federal publicou as “Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com transtornos do espectro do autismo TEA(Transtorno do Espectro do Autismo)”, do Ministério da Saúde, que oferece orientações às equipes dos diferentes pontos

de atenção da Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência para o cuidado à saúde da pessoa com TEA e sua família. É primeira política de saúde pública voltada especificamente para esse grupo, com diretrizes especiais. O objetivo do ministério é capacitar profissionais de saúde - especialmente os da rede básica - para focar no diagnóstico precoce e na reabilitação desses pacientes. A proposta é que os pacientes mais graves sejam tratados em Centros Especializados de Reabilitação (CER). Hoje existem 22 CER em construção, 23 em habilitação e 11 convênios de qualificação para que entidades que passarão a receber repasse para realizar atendimentos [5].

Por sua vez o Governo do Distrito Federal, em 2011, publicou a Lei do Autismo. A Lei 4.568/2011 institui a obrigatoriedade do poder executivo proporcionar tratamento especializado, educação e assistência específicas a todos os autistas, independente de idade, objetivando a melhoraria da qualidade de vida dos autistas e de suas famílias.

Hoje, o Brasil conta com várias instituições que atendem pessoas autistas, sendo a AMA (Associação de Amigos do Autista) uma das principais entidades do país a cuidar desse publico. A AMA é a mais antiga associação de pais de pessoas autistas no Brasil. No DF, devido ao fim do convênio com a SEEDF, atende apenas 15 autistas e através de pagamento de mensalidade.

No Distrito Federal, poucos autistas recebem atendimento na rede pública de saúde, onde contam com serviços especializados de neuropediatras, psiquiatras, psicólogos, genética clínica e atendimentos com fonoaudiologia e terapeutas ocupacionais. Eles também recebem atendimentos nos centros de ensino especiais por psicólogos e pedagogos. Existem 13 CEE mantidos pela SEEDF com atendimentos multidisciplinares para o desenvolvimento do currículo funcional, com psicólogos, pedagogos, professores de artes e educação física. O COMP da Secretaria de Saúde mantém convênio com a SEEDF para emissão de laudos e atendimentos de psicologia, neurologia e psiquiatria, porém nem todos os estudantes têm atendimento devido à grande demanda e poucos profissionais.

O Movimento Orgulho Autista – MOAB promove ações que visem à melhoria da qualidade de vida da pessoa autistas e seus familiares, como o Prêmio Orgulho Autista, que homenageia anualmente pessoas e instituição que contribuem para a causa, passeatas e cartilhas informativas, o Desabafo Autista e Asperger – reuniões interativas para familiares, assim como palestras e cursos, além de intensa participação política pelos direitos das pessoas autistas, principalmente no DF e Entorno, mas com representantes em quase todos os Estados e sede em Brasília/DF.

A ABRACI (Associação Brasileira de Autismo, Comportamento e Intervenção) – DF (Associação Brasileira de Autismo, Comportamento e Intervenção) é uma associação referência no apoio e atendimento a pessoas autistas. Ela atende crianças e seus familiares. Também cobra mensalidades, por não possuir convênio com a SEEDF.

Mas há um consenso entre pais, especialistas e outros envolvidos na assistência de pessoas autistas que o número ainda é muito menor do que o necessário e que a maior parte ainda é de associações de pais e que todas enfrentam grandes dificuldades.

O próximo capítulo trata acerca de aspectos da área de Informática Aplicada à Educação.

Capítulo 3

Informática e Educação

Atualmente, a informática é um recurso pedagógico muito importante e presente na maioria dos ambientes educacionais. Aliado a serviços, estes recursos podem contribuir para ampliar habilidades funcionais, promover vida independente e inclusão de pessoas com deficiência. Neste capítulo, é abordado primeiramente um rápido levantamento histórico da informática aplicada à educação. A ideia é mostrar o processo e o momento que esta se torna uma poderosa aliada para o professor. Em seguida, o uso da TA (Tecnologia Assistiva) que busca encontrar alternativas para melhorar a participação de pessoas, com algum tipo de comprometimento, em várias atividades do cotidiano. E, para finalizar o capítulo, o tema Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), uma área da TA destinada especificamente à ampliação de habilidades de comunicação.

3.1 Breve Histórico

As primeiras informações sobre informática aplicada à educação são da década de 1970 [29] e estão relacionadas às experiências que ocorreram nas Universidades Federais do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul e na Universidade Estadual de Campinas. Desta época até os anos 1980, várias experiências foram realizadas utilizando-se equipamentos de grande porte. Neste período, o computador era visto como recurso auxiliar do professor no ensino e na avaliação. No início de 1980, novas experiências surgiram na Universidade do Rio Grande do Sul, baseadas nas teorias de Jean Piaget [31] e nos estudos de Papert [30]. Esses trabalhos foram desenvolvidos, prioritariamente, com crianças de escola pública que apresentavam dificuldades de aprendizagem de leitura, escrita e cálculo, procurando compreender o raciocínio lógico-matemático dessas crianças e as possibilidades de intervenção como forma de promover a aprendizagem autônoma delas. Durante estes anos o computador era visto como recurso auxiliar do professor no ensino e na avaliação.

Entre os anos de 1981 e 1984, ocorreram eventos de suma importância para o processo histórico da informática aplicada à educação, dos quais se destacam: I Seminário Nacional de Informática na Educação (UnB), divulgação do documento “Subsídios para a Implantação do Programa Nacional de Informática na Educação” no final de 1981, II Seminário Nacional de Informática na Educação (UFBA) em 1982 e, para finalizar o período, em 1984 o MEC assume a liderança do processo de informatização da educação brasileira.

Em 1986, foi criado o Comitê Assessor de Informática na Educação, que no mesmo ano, aprovou o Programa de Ação Imediata em Informática na Educação [29], com intuito de promover a capacitação de professores, o incentivo à produção de software educativo e a integração de pesquisas desenvolvidas, pelas universidades pioneiras.

De 1987 a 1989, a UNICAMP concebeu o Projeto Formar [36], que tinha como objetivo a formação de profissionais para atuarem nos diversos centros de informática educativa dos sistemas estaduais e municipais de educação, que funcionariam com o apoio técnico e financeiro do Ministério da Educação. Os professores formados tiveram como compromisso principal projetar e implantar, junto à Secretaria de Educação que os havia indicado, um Centro de Informática Educativa (Cied), Coube a cada Secretaria de Educação definir os rumos de sua proposta, de acordo com a capacidade técnico-operacional de sua equipe e possibilidades de formação de recursos humanos.

A partir dessas e de outras iniciativas, foi estabelecida uma sólida base para a criação de um Programa Nacional de Informática Educativa (Proninfe) [29], que foi estabelecido em 1989, baseado em princípios constitucionais relacionadas às áreas de educação, ciência e tecnologia. O programa tinha como principal objetivo apoiar o desenvolvimento e a utilização da informática nos ensinos de 1o, 2o e 3o graus e na educação especial, o fomento à infraestrutura de suporte relativa à criação de vários centros, a consolidação e a integração das pesquisas, bem como a capacitação contínua e permanente de professores.

Em 1990, o MEC aprovou o 1º Plano de Ação Integrada (Planinfe) [29], para o período de 1991 - 1993, com objetivos, metas e atividade para um período mais longo, de maior alcance. A partir de 1992, foi criada uma rubrica orçamentária específica no orçamento da União para o financiamento das atividades do setor.

Em 1997, instituiu-se o Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo) [22] para promover o uso pedagógico da informática na rede pública de ensino fundamental e médio e assim criou condições para a disseminação da Informática na Educação.

3.2 Tecnologia Assistiva - TA

Tecnologia Assistiva é uma expressão utilizada para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, conseqüentemente, promover vida independente e inclusão. A TA deve ser compreendida como resolução de problemas funcionais, em uma perspectiva de desenvolvimento das potencialidades humanas, valorização de desejos, habilidades, expectativas positivas e da qualidade de vida, as quais incluem recursos de comunicação alternativa, de acessibilidade ao computador, de atividades de vida diárias, de orientação e mobilidade, de adequação postural, de adaptação de veículos, órteses e próteses, entre outros.

Na definição, se destaca que a TA é composta de recursos e serviços. O recurso é o equipamento utilizado pelo estudante, que lhe permite ou favorece o desempenho de uma tarefa. O serviço de tecnologia assistiva na escola é aquele que buscará resolver os

problemas funcionais do estudante, no espaço da escola, e encontrar alternativas para que ele participe e atue positivamente nas várias atividades neste contexto.

Realizar TA na escola é buscar, com criatividade, uma alternativa para que o estudante realize o que deseja ou precisa. É encontrar uma estratégia para que ele possa fazer de outro jeito. É valorizar o seu jeito de fazer e aumentar suas capacidades de ação e interação a partir de suas habilidades. É conhecer e criar novas alternativas para a comunicação, escrita, mobilidade, leitura, brincadeiras, artes, utilização de materiais escolares e pedagógicos, exploração e produção de temas através do computador, etc. É envolver o estudante ativamente, desafiando-se a experimentar e conhecer, permitindo que construa individual e coletivamente novos conhecimentos. É retirar do estudante o papel de espectador e atribuir-lhe a função de ator.

Para implementação da prática de TA no contexto educacional, é necessário criatividade e disposição para encontrar, junto com o estudante, alternativas possíveis que visam vencer as barreiras que o impedem de estar incluído em todos os espaços e momentos da rotina escolar.

"No desenvolvimento de sistemas educacionais inclusivos as ajudas técnicas e a tecnologia assistiva estão inseridas no contexto da educação brasileira, dirigida à promoção da inclusão de todos os alunos na escola. Portanto, o espaço escolar deve ser estruturado como aquele que oferece também as ajudas técnicas e os serviços de tecnologia assistiva."

(Brasil, 2006, p. 19)

Ajudas técnicas é o termo utilizado na legislação brasileira, art. 61 do decreto nº 5.296/04, quando trata de garantir:

"Produtos, instrumentos e equipamentos ou tecnologias adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida."

Ajudas técnicas é, portanto, sinônimo de tecnologia assistiva no que diz respeito aos recursos que promovem funcionalidade de pessoas com deficiência ou com incapacidades advindas do envelhecimento.

Como observado anteriormente, é importante ressaltar que a legislação brasileira garante ao cidadão brasileiro com deficiência *ajudas técnicas*, portanto o professor especializado, sabendo desse direito do estudante, deve ajudá-lo a identificar quais são os recursos necessários para a sua educação, a fim de que ele possa recorrer ao poder público e obter esse benefício.

Retomando o tema da implementação da TA na escola entende-se que Atendimento Educacional Especializado será àquele que estruturará e disponibilizará o Serviço de TA e os espaços para organização desse serviço serão as “*Salas de Recursos Multifuncionais*”.

Nas salas de recursos multifuncionais, destinadas ao atendimento especializado na escola, é que o estudante experimentará várias opções de equipamentos, até encontrar o que melhor se ajusta à sua condição e necessidade. Junto com o professor especializado aprenderá a utilizar o recurso, tendo por objetivo usufruir ao máximo desta tecnologia. Após identificar que o estudante tem sucesso com a utilização do recurso de TA, o professor especializado deverá providenciar que este recurso seja transferido para a sala de aula ou permaneça com o estudante, como um material pessoal.

Os serviços de TA são geralmente de característica multidisciplinar e devem envolver profundamente o usuário da tecnologia e sua família, bem como os profissionais de várias áreas, já envolvidos no atendimento deste estudante. Outros profissionais como fonoaudiólogos, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas e psicólogos poderão auxiliar os professores na busca da resolução de dificuldades do estudante com deficiência.

Para finalizar a conceituação de TA, as palavras de Mantoan sobre o encontro entre a tecnologia e a educação que dizem:

"O desenvolvimento de projetos e estudos que resultam em aplicações de natureza reabilitacional são, no geral, centrados em situações locais e tratam de incapacidades específicas. Servem para compensar dificuldades de adaptação, cobrindo déficits de visão, audição, mobilidade, compreensão. Assim sendo, tais aplicações, na maioria das vezes, conseguem reduzir as incapacidades, atenuar os déficits: Fazem falar, andar, ouvir, ver, aprender. Mas tudo isso só não basta. O que é o falar sem o ensejo e o desejo de nos comunicarmos uns com os outros? O que é o andar se não podemos traçar nossos próprios caminhos, para buscar o que desejamos, para explorar o mundo que nos cerca? O que é o aprender sem uma visão crítica, sem viver a aventura fantástica da construção do conhecimento? E criar, aplicar o que sabemos, sem as amarras dos treinos e dos condicionamentos? Daí a necessidade de um encontro da tecnologia com a educação, entre duas áreas que se propõem a integrar seus propósitos e conhecimentos, buscando complementos uma na outra."(MANTOAN, mimeo)

3.2.1 Modalidades da TA

A TA se organiza em modalidades ou especialidades e essa forma de classificação varia conforme diferentes autores ou instituições que trabalham com a TA. A organização por modalidades contribui para o desenvolvimento de pesquisas, recursos, especializações profissionais e organização de serviços. Sendo assim, como modalidades podem ser citados:

- Auxílios para a vida diária e vida prática;
- Comunicação Aumentativa e Alternativa;
- Recursos de acessibilidade ao computador;

- Adequação Postural (posicionamento para função);
- Auxílios de mobilidade;
- Sistemas de controle de ambiente;
- Projetos arquitetônicos para acessibilidade;
- Recursos para cegos ou para pessoas com visão subnormal;
- Recursos para surdos ou pessoas com déficits auditivos;
- Adaptações em veículos.

Como este material está voltado especificamente para o estudante autista clássico, somente será aprofundada a modalidade que trata sobre Comunicação Aumentativa Alternativa (CAA).

3.3 Comunicação Aumentativa e Alternativa - CAA

Os estudantes com impedimentos na comunicação nem sempre participam dos desafios educacionais. Muitas vezes, os professores desconhecem estratégias e alternativas de comunicação. Para garantir a esses estudantes meios de expressarem suas habilidades, dúvidas e necessidades. Então, faz-se necessário, descobrir meios de compreender de que forma eles estão processando e construindo o conhecimento.

A área da TA que se destina especificamente à ampliação de habilidades de comunicação é denominada de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA). A Comunicação Aumentativa e Alternativa é destinada a pessoas sem fala ou sem escrita funcional ou em defasagem entre sua necessidade comunicativa e sua habilidade em falar e/ou escrever [32].

A CAA possibilita a construção de novos canais de comunicação, através da valorização de todas as formas expressivas já existentes na pessoa com dificuldade de comunicação. Gestos, sons, expressões faciais e corporais devem ser identificados e utilizados para manifestar desejos, necessidades, opiniões, posicionamentos, tais como: Sim, Não, Olá, Tchau, Dinheiro, Banheiro, Estou bem, Tenho dor, Quero (determinada coisa para a qual estou apontando), tenho fome e outras expressões utilizadas no cotidiano [26].

A CAA contribui para ampliar uma comunicação já existente e limitada ou, ainda, como uma alternativa, quando a fala não existe. O trabalho de comunicação alternativa tem uma característica interdisciplinar em função dos vários aspectos implicados nesta prática, como o desenvolvimento da linguagem, as aptidões sensoriais, cognitivas, emocionais e motoras (posicionamento e acesso). Por este motivo a CAA integra, em rede de trabalho, os professores a outros profissionais como fonoaudiólogos, terapeutas ocupacionais, psicólogos e fisioterapeutas. A parceria com esses profissionais é fundamental para que os atendimentos sejam integrados, complementados e potencializados [26].

Portanto a CAA é considerada uma área da prática clínica e educacional que se propõe a compensar (temporária ou permanentemente) a incapacidade ou deficiência do sujeito

com distúrbio severo de comunicação. Tem como objetivo valorizar todos os sinais expressivos do sujeito, ordenando-os para o estabelecimento de uma comunicação rápida e eficiente.

A comunicação é dita aumentativa quando o sujeito utiliza um outro meio de comunicação para complementar ou compensar deficiências que a fala apresenta, mas sem substituí-la totalmente. E que comunicação é alternativa quando utiliza outro meio para se comunicar ao invés da fala, devido à impossibilidade de articular ou produzir sons adequadamente.

O objetivo da CAA é tornar o sujeito com distúrbio de comunicação o mais independente e competente possível em suas situações comunicativas, podendo assim ampliar suas oportunidades de interação com os outros, na escola e na comunidade em geral.

A CAA destina-se a sujeitos de todas as idades, que não possuem fala e ou escrita funcional devido a disfunções variadas como, por exemplo: paralisia cerebral, deficiência mental, autismo, acidente vascular cerebral, traumatismo cranioencefálico, traumatismo raquiomedular, doenças neuromotoras (como, por exemplo, à esclerose lateral amiotrófica), apraxia oral e outros.

No passado pensava-se que um indivíduo não era candidato a um auxílio de comunicação porque já apresentava alguma fala ou porque poderia falar no futuro. Temia-se que se a pessoa aprendesse alguma forma alternativa de comunicação, a motivação e as oportunidades para aprender a falar seriam diminuídas. Hoje se sabe que acontece exatamente o contrário, os sujeitos que usam a CAA e que desenvolvem a fala tornam-se falantes mais competentes.

3.3.1 Recursos de CAA

Os sistemas de CAA podem ser organizados em recursos que não necessitam auxílio externo (sinais manuais, gestos, apontar, piscar de olhos, sorrir, vocalizar) e os que necessitam auxílio externo (objeto real, miniatura, retrato, símbolo gráfico, letras e palavras, dispostos em recursos de baixa e alta tecnologia).

O usuário da CAA sinalizará a mensagem que deseja expressar, apontando para o recurso externo que será organizado para ele (pranchas com símbolos, objetos, miniaturas), além de utilizar seus gestos, vocalizações e demais expressões particulares.

A CAA é o uso integrado de todos os recursos de comunicação que são organizados de forma personalizada. Por isso é chamado de sistema multimodal, pois utiliza e valoriza todas formas expressivas do usuário como os gestos, expressão facial, olhar, vocalizar, apontar, entre outras possibilidades.

Como exemplos de recursos de baixa tecnologia podem ser citados:

- **Objetos reais:** o estudante poderá fazer escolhas “apontando” para objetos reais, como a roupa que deseja vestir, o material escolar que deseja utilizar, o alimento que escolherá ou o produto que deseja comprar na prateleira do supermercado;

- **Miniaturas:** são utilizadas com estudantes que apresentam dificuldade de reconhecer e significar símbolos gráficos e também com estudantes cegos ou com baixa visão, onde os relevos das miniaturas os auxiliam a reconhecer o objeto e assim confirmar a mensagem que desejam expressar. As miniaturas podem ser apresentadas uma a uma ou em grupos organizados em pranchas de comunicação;
- **Objetos parciais:** utilizados em situações onde os objetos a serem representados são muito grandes. Nestes casos, a utilização de parte do objeto pode ser muito apropriada. Por exemplo, usar um mouse ou um CD para representar o computador ou um controle remoto para dizer que quer assistir à televisão;
- **Fotografias:** podem ser utilizadas para representar objetos, pessoas, ações, lugares, sentimentos ou atividades. Como exemplo, a criação de pranchas de comunicação com fotografias recortadas de revistas e com rótulos de produtos.
- **Símbolos gráficos:** há uma série de bibliotecas de símbolos gráficos que foram desenvolvidos para facilitar a comunicação e que com eles são construídas as pranchas e cartões de comunicação.

Existem vários sistemas de símbolos gráficos que são conhecidos internacionalmente e utilizados para a confecção de pranchas e cartões de comunicação, entre eles os mais utilizados são: *Blissymbolics*, o *Pictogram Ideogram Communication Symbols* (PIC) e o *Picture Communication Symbols* (PCS).

Como exemplos de recursos de alta tecnologia podem ser citados:

- **Vocalizadores:** contém as pranchas de comunicação com voz e que ajudam a comunicação das pessoas em seu dia-a-dia;
- **Computadores:** podem se transformar em potentes recursos de comunicação, com vocabulário ilimitado e o uso de recursos de acessibilidade;
- **Softwares:** programas especiais como pranchas dinâmicas, ou teclados virtuais e sistemas de síntese de voz.

Tendo em vista a utilização dos princípios de CAA em ampliar o repertório de comunicação do indivíduo, e o uso do computador como recurso tecnológico o trabalho focou o desenvolvimento de um software especial. O próximo capítulo trata acerca do desenvolvimento deste software, o software Aproximar.

Capítulo 4

Desenvolvimento do Software Aproximar

Atualmente, a elaboração de qualquer programa de computador requer a utilização de diversos conceitos e metodologias de desenvolvimento, em grande parte, provenientes da Engenharia de software. Os fundamentos científicos encontrados nessas metodologias envolvem o uso de modelos abstratos e precisos que permitem ao desenvolvedor especificar, projetar, implementar, manter e garantir a qualidade do programa gerado.

Baseado em algumas dessas metodologias, este capítulo apresenta a visão de criação do programa Aproximar, os motivos para a escolha do processo de software utilizado, as definições arquiteturais do projeto, as tecnologias adotadas, as formas de interação com o usuário e, finalmente, o ambiente de desenvolvimento para a construção do aplicativo.

4.1 Processo de Software

Processo de software é descrito como o conjunto de atividades e resultados associados que produz um produto de software" [35]. Isso significa dizer que o processo de software abrange todas as atividades necessárias para o desenvolvimento, desde a criação até a etapa de manutenção. Sommerville [35] elenca quatro atividades fundamentais a esse processo: especificação, desenvolvimento, validação e evolução de software.

Essas atividades estão presentes em todos os processos de software, porém diferentes tipos de sistemas necessitam de diferentes processos de desenvolvimento. Por exemplo, um sistema crítico que opera em tempo real deve ser completamente especificado antes do início de seu desenvolvimento, entretanto em sistemas de comércio eletrônico a especificação e o desenvolvimento são realizados, geralmente, em conjunto.

Dessa maneira as mesmas atividades do processo de software podem ser abordadas de formas diferentes, dependendo das características do sistema em questão. A consequência disso foi a criação de modelos de processo de software que, segundo Sommerville [35], são "uma descrição simplificada do processo de software que apresenta uma visão dele" onde "cada modelo de processo representa um processo sob determinada perspectiva", ou seja,

dependendo das características levantadas do sistema, utiliza-se um modelo de processo ou não.

Existem três modelos gerais, paradigmas de desenvolvimento de sistemas utilizados como base para outros modelos de processo de software. São eles:

- **Modelo Cascata:** Representa as atividades fundamentais do processo de software como fases de processo distintas e independentes. Depois que cada etapa é concluída e aprovada o desenvolvimento segue para a etapa seguinte;
- **Engenharia de Software Baseada em Componentes:** Baseia-se na existências de componentes reusáveis, focando na integração desses componentes no lugar de desenvolvê-los do início;
- **Modelo de Desenvolvimento Evolucionário:** Intercala as atividades de especificação, desenvolvimento e validação em ciclos repetitivos, desenvolvendo rapidamente um sistema inicial que é refinado com as entradas do cliente.

Neste projeto, não se utiliza um número suficiente de componentes reusáveis, isso significa que a engenharia de software baseada em componentes não é aplicável ao trabalho em questão. Por este motivo, os outros dois modelos propostos por Sommerville [35] foram analisados. O objetivo foi encontrar o modelo com melhor aderência às características do projeto.

Analisando o modelo em cascata, pode-se observar em sua proposta que cada atividade fundamental do processo de desenvolvimento do software é tratada como uma fase de processo separada, conforme mostrado na Figura 4.1. Os principais estágios deste modelo são:

- Análise e definição de requisitos;
- Projeto de sistema e software;
- Implementação e teste de unidade;
- Integração e validação do sistema;
- Operação e manutenção.

A divisão de cada etapa é clara, sendo que o processo de cada etapa depende do resultado da etapa anterior para continuar com o ciclo.

As principais vantagens deste modelo são a documentação produzida em cada etapa e a sua compatibilidade com outros modelos de processo de engenharia. Seu maior problema é a inflexibilidade na divisão dos estágios, o que dificulta reagir às mudanças de requisitos do usuário.

Já na abordagem do modelo de desenvolvimento evolucionário, ocorre a intercalação das diferentes atividades que são tratadas como fases distintas no modelo anterior. Este

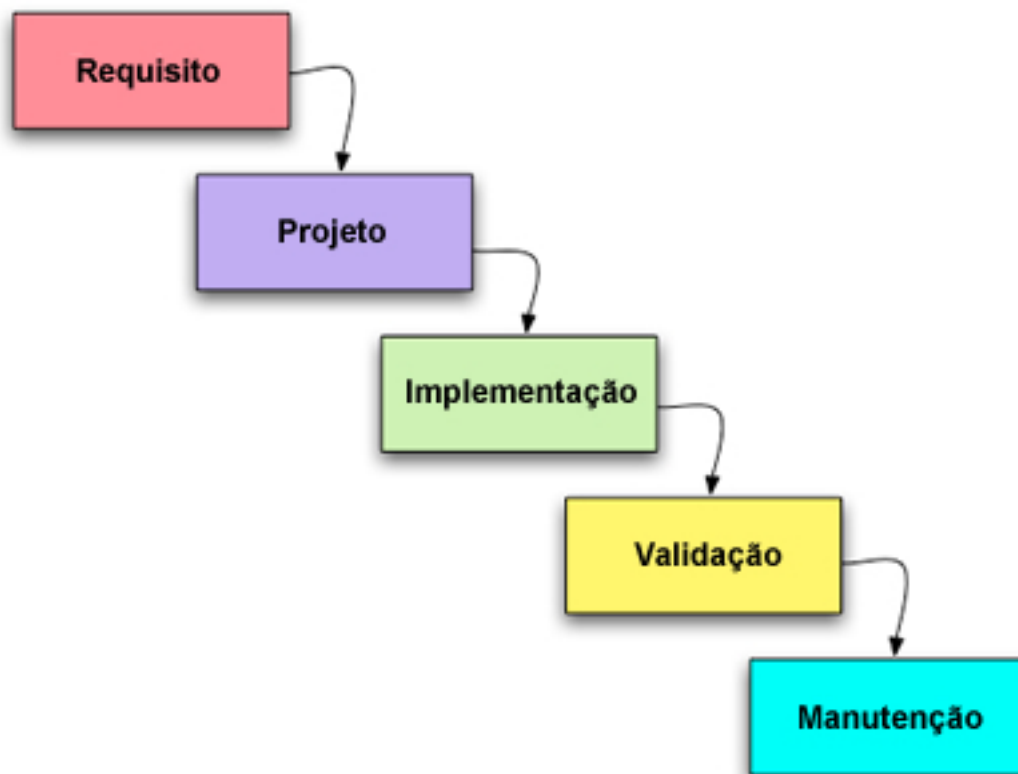


Figura 4.1: Modelo de processo em cascata [35] .

é baseado no desenvolvimento de uma versão do software que é apresentada ao usuário e a partir do *feedback* obtido a versão é refinada, ou seja, ocorrem ciclos repetitivos com várias versões até que se chegue em uma versão aderente ao requisito. As atividades de especificação, desenvolvimento e validação são intercaladas e são seguidas de um *feedback* rápido, conforme ilustrado na Figura 4.2.

Este modelo, o evolucionário, costuma ser mais eficaz que o modelo em cascata. Uma das vantagens da abordagem evolucionária é que a especificação pode ser desenvolvida de forma incremental, à medida que a compreensão do problema, por parte do cliente, aumenta. Logo, essas características, consequentemente, são impressas no software.

Entre uma das principais desvantagens do modelo evolucionário, tem-se o fato da inviabilidade de produzir uma documentação completa de cada versão devido à produção rápida. Outra desvantagem é no desenvolvimento de sistemas muito grandes e complexos, em que várias equipes desenvolvem partes do sistema separadamente, pois fica difícil estabelecer uma estrutura estável, onde cada equipe possa integrar a sua contribuição.

Levando em consideração os três modelos dispostos por Sommerville [35], em relação aos modelos de processo de software, optou-se pelo modelo evolucionário de desenvolvimento dado o porte do projeto.



Figura 4.2: Modelo de processo de software evolucionário [35] .

4.2 Definições Arquiteturais

Segundo Bass [12], “A arquitetura de software (...) é a estrutura (...) composta por elementos de software com suas propriedades externamente visíveis e o relacionamento entre eles.”

Com essa definição em mente, neste tópico são abordadas as questões arquiteturais do projeto Aproximar e as escolhas dos padrões adotados na elaboração do software.

A arquitetura de um sistema afeta tanto seu desempenho como sua manutenção. Bosh [13] coloca a importância da escolha arquitetural desde o início de um projeto. A estrutura escolhida, inicialmente, para desenvolver uma aplicação depende de requisitos que, muitas vezes, não estão diretamente relacionados às funções específicas fornecidas por ela [35]. A exemplo, a facilidade de manutenção de um software.

Apresentam-se a seguir, alguns dos requisitos considerados importantes em um software e que podem afetar o estilo de sua arquitetura:

1. **Desempenho:** Se o desempenho for um requisito crítico, o estilo da arquitetura do software deve ser projetada para que haja o menor número de comunicação possível entre os subsistemas que englobam o software, significando o uso de componentes de alta granularidade em detrimento dos de baixa granularidade;
2. **Proteção:** Se a proteção for um requisito crítico, deve-se utilizar um estilo de arquitetura em camadas, com os itens mais críticos protegidos por camadas mais internas com um alto nível de validação;

3. **Disponibilidade:** Se a disponibilidade for um requisito crítico, a arquitetura de ser elaborada para comportar a utilização de componentes redundantes que permitam a atualização e modificação do sistema sem a necessidade de parar o sistema;
4. **Facilidade de manutenção:** Se a facilidade de manutenção for um requisito crítico, a arquitetura deve ser elaborada utilizando componentes de baixa granularidade e autocontidos para que possam ser facilmente modificados.

Sommerville [35] propõe que a escolha arquitetural pode ser baseada em estilos arquiteturais:

"A arquitetura de um sistema de software pode ser baseada em um modelo ou estilo de arquitetura específico. Um estilo de arquitetura é um padrão de organização de sistema, como uma organização cliente-servidor ou uma arquitetura em camadas. O conhecimento desses estilos, suas aplicações e seus pontos fortes e fracos são importantes."

Existem três estilos ou modelos de arquitetura, indicados por Sommerville [35], quais sejam:

- **Modelo de Repositório:** a principal característica deste modelo é o fato dos dados estarem armazenados em um banco de dados, que pode ser acessado por todos os outros subsistemas. Ainda existe a possibilidade de cada sistema possuir seu próprio banco dados, desta forma as informações são trocadas entre outros subsistemas;
- **Modelo Cliente-servidor:** este modelo é constituído de um conjunto de servidores que fornecem serviços, ou ainda um conjunto de clientes utilizadores de serviços prestados pelos servidores. Pode também existir sob a forma de um meio de comunicação entre os servidores e os clientes;
- **Modelo em Camadas:** organiza um sistema em camadas na qual cada um fornece um conjunto de serviços para as camadas acima dela. Uma camada utiliza os serviços fornecidos pela camada abaixo dela, não sendo necessário conhecer a forma como é realizado ou como ocorre; só é necessário uma interface de comunicação entre a camada superior com a camada inferior.

Com base nos dados citados e no contexto de requisitos do Aproximar, ocorreu a eliminação dos modelos arquiteturais baseados em repositório e cliente servidor, como possíveis estilos de implementação do software. Os requisitos do Aproximar apontam para um sistema de pequeno porte, que não necessita da utilização de subsistemas que compartilham dados, uma vez que seus dados estão contidos nele em vez de um banco de dados. Por ultimo, ele não necessita utilizar serviços fornecidos por servidores remotos, uma vez que o software contém todos os serviços e arquivos necessários para o seu funcionamento.

A seguir, faz-se uma análise detalhada do modelo em camadas, e verifica-se a viabilidade de sua utilização com base nos requisitos de software do Aproximar.

Um modelo arquitetural em camadas organiza um sistema em camadas na qual cada um fornece um conjunto de serviços para as camadas acima dela. Uma camada utiliza os serviços fornecidos pela camada abaixo dela, não sendo necessário conhecer a forma como

é realizado ou como ocorre; só é necessário uma interface de comunicação entre a camada superior e a camada inferior.

A abordagem em camadas apoia o desenvolvimento incremental de sistemas. À medida que a camada é desenvolvida seus serviços podem ser disponibilizados por essa camada para os usuários. Essa arquitetura também é portátil e modificável. Se a interface de uma camada não for modificada ela pode ser substituída por outra camada equivalente e, no caso de modificação da interface da camada ou novos recursos são adicionados a camada, somente a camada adjacente é afetada, controlando e minimizando os danos causados por alterações ou manutenções no sistema. Essa abordagem também favorece a questão da multi-plataforma do sistema, pois para torná-lo multi-plataforma só é preciso modificar as camadas que estão em contato direto com o sistema que as abriga, ou seja, as camadas superiores não percebem a modificação da plataforma, já que a interface e os serviços fornecidos pelas camadas inferiores não foram alterados ou comprometidos. A Figura 4.3 mostra o exemplo de um sistema baseado no modelo em camadas.

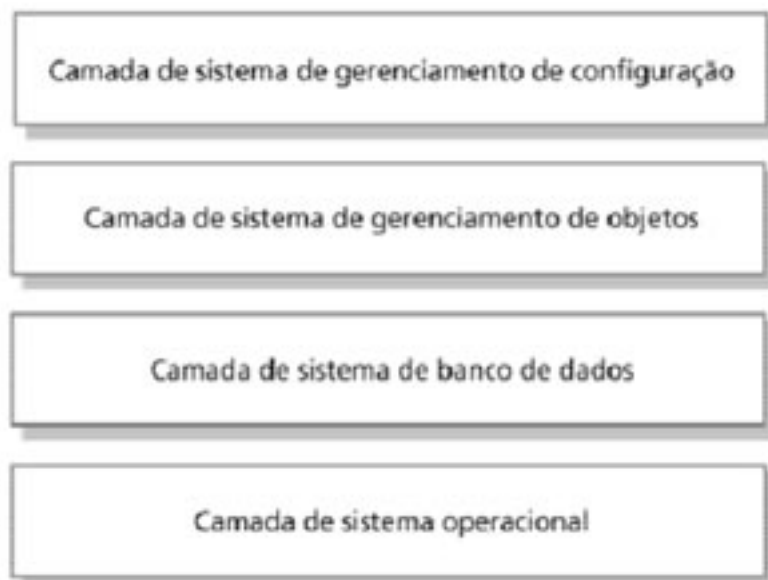


Figura 4.3: Exemplo de sistema baseado no modelo em camadas [35] .

A utilização do modelo em camadas mostrou-se mais apropriado, devido ao porte e aos requisitos do software, além de apoiar o desenvolvimento incremental. Dessa forma, a arquitetura do Aproximar foi dividida da seguintes forma, em termos de camadas:

1. **Camada de Apresentação:** formada pela linguagem de marcação XAML, que cria todo o *front-end* do sistema, ou seja, toda a interação entre o sistema e o sensor é feita nesta camada;
2. **Camada de Controle:** escrita em linguagem C# [28], verifica a comunicação entre a camada de apresentação e as demais camadas de serviço do software;

3. **Camada de Serviços Uteis:** escrita em C#, também disponibiliza serviços internos multimídia para controle dos vídeos e ajustes do sistema;
4. **Camada de Serviços do Sensor:** sua implementação permite a troca de informações entre o sensor e a Camada de Controle;
5. **Camada de Reconhecimento Gestual:** é uma classe específica desenvolvida em C#, com toda a implementação do reconhecimento gestual utilizado pelo sistema.

Nesse contexto, a Figura 4.4 traz a diagramação dessas camadas e seu relacionamento.

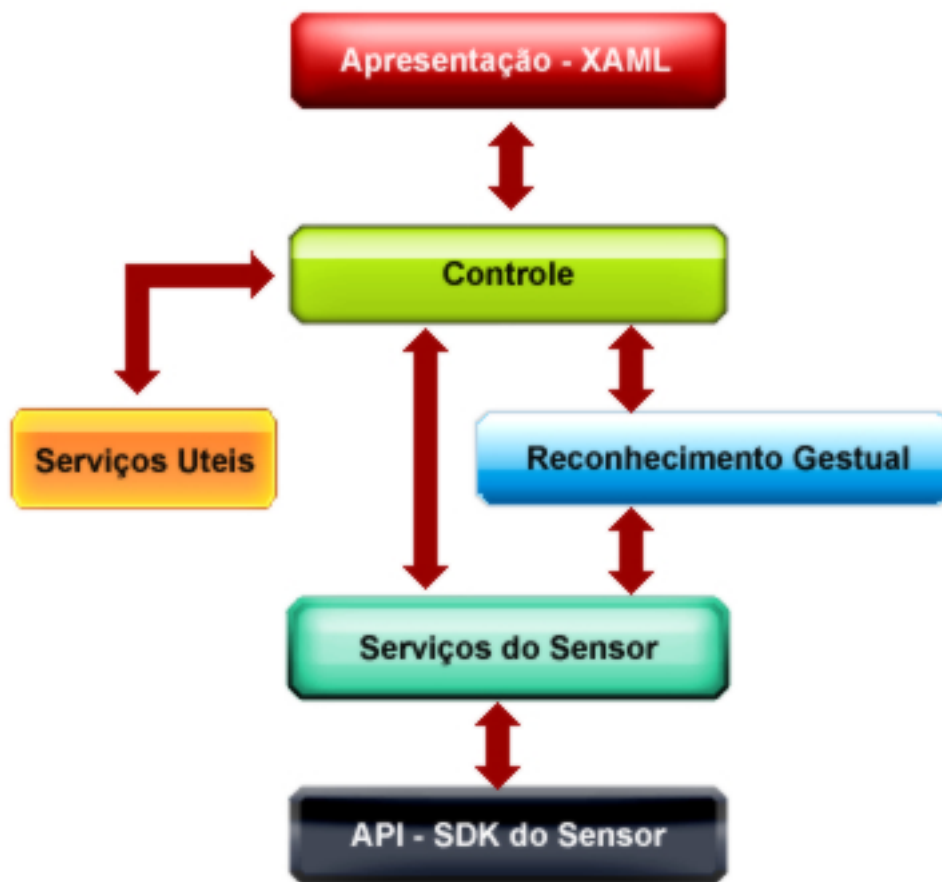


Figura 4.4: Organização das camadas no software Aproximar.

4.2.1 Padrões de Projeto

Padrões de projeto são modelos de soluções para problemas. Eles permitem implementações genéricas, para quem os utiliza e, assim, sofrem menos limitações do seu contexto original [35].

Além da organização e da divisão em camadas do software, existiu a preocupação de gerar o código de forma simples e de fácil manutenção. A fim de poder ser estendido no

futuro, foi feita uma pesquisa por padrões de projeto que pudessem ser utilizados. As definições dos padrões de projeto a seguir são baseadas na literatura [16].

4.2.2 Padrão *State*

O padrão *state* permite que um objeto de determinada classe modifique o seu comportamento baseado em seu estado interno. É utilizado quando o comportamento de um objeto deve depender do seu estado atual, ou para simplificar condicionais muito extensas, baseadas no estado de um objeto em particular. A Figura 4.5 contém um diagrama do padrão *state*.

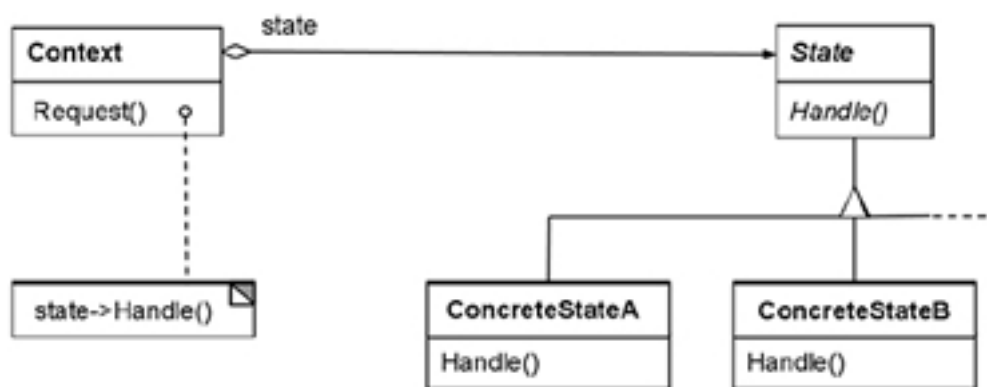


Figura 4.5: Diagrama do padrão *state* [16].

A especificação do padrão *state* define três elementos envolvidos, os quais são:

- ***Context***: a classe cujos estados são de interesse e terá seu comportamento modificado por meio dos diferentes estados;
- ***State***: a classe abstrata que serve de classe base para a definição das classes que implementarão cada um dos diferentes estados da classe *Context*;
- ***ConcreteState subclasses***: as classes concretas derivadas da classe base *State* que implementam os estados e seus respectivos comportamentos da classe *Context*.

Esse padrão foi escolhido para facilitar o controle da navegação entre os estados e entre as telas, utilizando os mecanismos de troca de estado da implementação do padrão. Por isso, os conjuntos de elementos presentes na tela do software e seus respectivos comportamentos foram tratados como estados, o que tornou simples modificar a ordem das telas do software, ou a adição de novas telas para agregar novos comportamentos ao software.

4.2.3 Padrão *Observer*

Padrão de projeto muito utilizado em sistemas orientados a objetos. Sua aplicação é evidente quando um objeto de determinada classe precisa obter informações sobre o estado interno de um objeto de outra classe. A utilização deste padrão permite que a informação seja transmitida do objeto cujo estado é de interesse (chamado na especificação de *subject*) para um número indefinido de objetos que tenham interesse nesta informação de estado (chamados na especificação de *Observer*). A Figura 4.6 mostra um diagrama desse padrão.

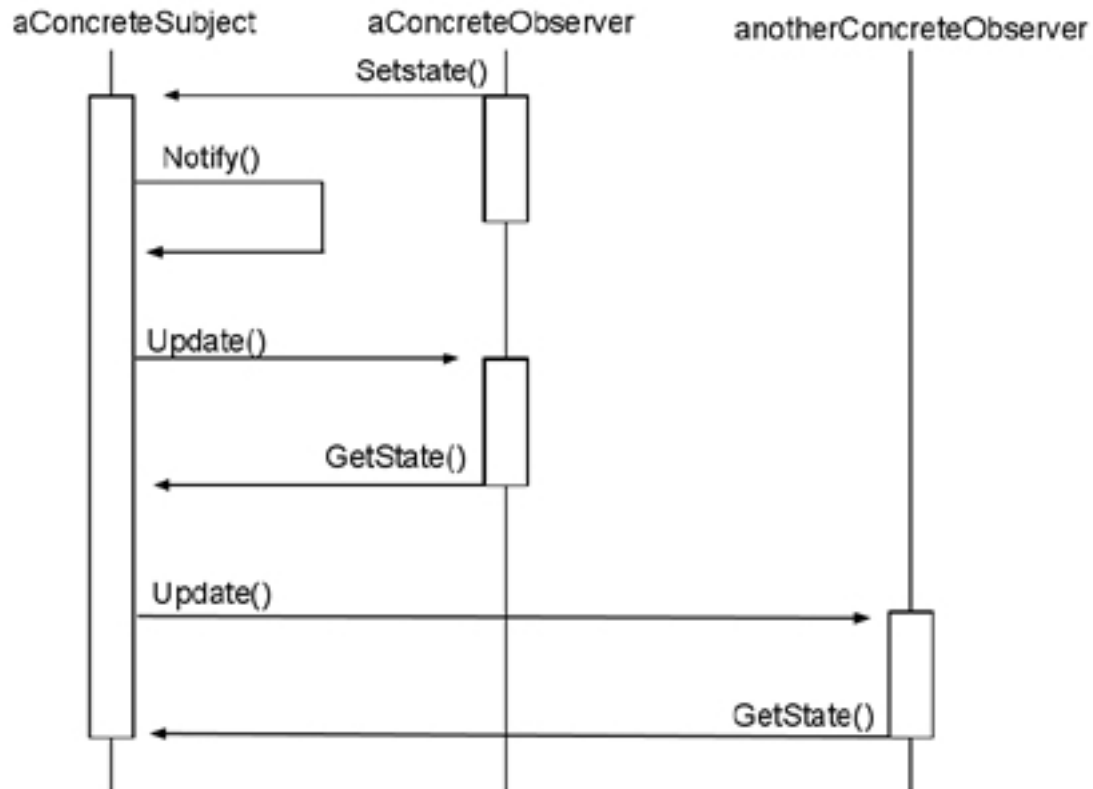


Figura 4.6: Diagrama do padrão *observer* [16].

Este padrão de projeto soluciona problemas deste tipo de forma elegante, tornando muito pequeno o acoplamento entre estas duas classes que desejam trocar informações.

A linguagem de programação C# [28] implementa o padrão *observer* em seu mecanismo de eventos, que é um componente indispensável da linguagem, com muitos recursos e facilmente extensível com eventos personalizados.

Este padrão foi usado diversas vezes ao longo do projeto e no desenvolvimento em C# [28]1. Isto permitiu criação de uma classe de eventos personalizada, que foi utilizada como gatilho para as trocas de estados no software.

4.2.4 Padrão *Singleton*

Este padrão garante a existência de apenas uma instância de uma classe, mantendo um ponto global de acesso ao seu objeto. O trabalho em questão necessita que algumas classes tenham apenas uma instância. Por exemplo, a instância do sensor de movimento é implementada como uma classe do padrão *singleton*. Desta forma, existe apenas um objeto responsável pelo controle do sensor de movimento em toda a aplicação, sendo acessível unicamente por meio da classe *singleton*. A Figura 4.7 traz a diagramação do padrão *singleton*.



Figura 4.7: Diagrama do padrão *singleton* [16].

4.3 Tecnologias Adotadas

Durante o levantamento de requisitos e início de desenvolvimento do software, foram analisadas tecnologias disponíveis, como a linguagem Java e C++, para a implementação do software, de acordo com as necessidades computacionais observadas. Ao final do processo, foram escolhidas tecnologias utilizadas na elaboração de aplicativos *desktop*, como o C# [28] e *.NET Framework*.

O fator considerado como decisivo, durante o processo de escolha da tecnologia utilizada, foi a utilização do sensor de movimento *Kinect for Windows*®. Também foram levadas em consideração questões como utilização e manutenção, a capacidade computacional de atender os requisitos levantados e suas funcionalidades, o suporte a manipulação de elementos de multimídia e a curva de aprendizado das tecnologias.

4.3.1 O *Kinect*

O *Kinect*® é um dispositivo inovador, desenvolvido pela *Microsoft*®, que possui uma câmera que capta a posição em três dimensões do ambiente à sua frente (um receptor e um emissor de infra-vermelho), uma câmera de vídeo colorida que captura as cores nos três componentes (vermelho, verde e azul- (RGB)), quatro sensores de áudio capazes de capturar sons em três dimensões e um motor para ajustar a inclinação do dispositivo na

vertical. Inicialmente, foi desenvolvido para ser utilizado com o videogame XBox 360. Atualmente, este equipamento permite ao usuário interagir com computadores e o XBox sem a necessidade de tocar em um controle, mouse ou teclado por meio de uma interface natural que é o próprio corpo humano. Assim, através de gestos e comandos por voz, o usuário pode navegar e interagir com interfaces gráficas que tenham compatibilidade com o dispositivo.

Lançado na América do Norte em quatro de novembro de 2010, bateu o recorde de dispositivo eletrônico vendido mais rapidamente ao consumidor, chegando a oito milhões de unidades vendidas em seus primeiros sessenta dias (Guinness World Records). Na Figura 4.8, destacam-se esses componentes principais.

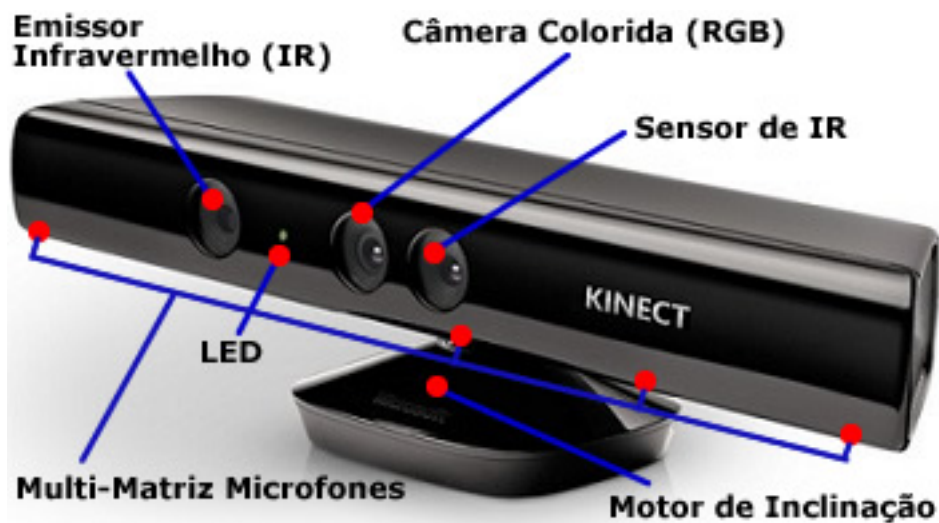


Figura 4.8: Detalhes das partes do *hardware* do *Kinect*® [3].

O dispositivo representa a combinação de *hardware* e software avançados contidos dentro de um único aparelho leve e pequeno:

- **Câmera Colorida:** capaz de capturar cenas com resolução VGA, ou seja, 640x480 pixels de definição e uma velocidade de 30 quadros por segundo (FPS);
- **Emissor de Infravermelho (IR):** emite radiação infravermelha, invisível ao olho humano, utilizada na detecção da profundidade;
- **Sensor de IR:** em conjunto ao emissor de IR, forma o sensor de profundidade. Este capta a radiação IR refletida no ambiente;
- **Led:** indicador de operação do sensor. Quando acesso indica o estado de pronto para a operação;
- **Motor de Inclinação:** permite a inclinação do dispositivo na horizontal. Esse ajuste é feito por software;
- **Conjunto de Microfones:** captura a voz proveniente de diversos sentidos para o processamento de comandos vocais.

Essa tecnologia possui algumas limitações, como por exemplo, um limite das distâncias mínima e máxima que o sensor consegue alcançar. A *Microsoft*® recomenda uma distância mínima de um metro e distância máxima de cinco metros para os sensores funcionarem normalmente. A partir destes limiares os dados se tornam nulos ou pouco precisos. Para a captura de todo o corpo humano (dos pés à cabeça) a *Microsoft*® aconselha a distância mínima de 1,8 metros.

Segundo Crawford [15], um dos diferenciais do sensor *Kinect*® é seu software revolucionário que faz uso dos dados captados pelo seu *hardware*, necessários ao processamento gestual. É capaz de rastrear quarenta e oito pontos do corpo humano de cada jogador/usuário à frente do aparelho. Esta técnica foi desenvolvida com o pensamento de que todos os simples movimentos do corpo humano fossem entradas para o dispositivo. Sendo assim, os desenvolvedores decidiram não programar essa combinação de movimentos, e sim ensinar o sistema como reagir.

O *Kinect*® se comunica com o computador e uma aplicação por intermédio dos seus *drivers* e a biblioteca de funções disponibilizadas no seu SDK (*Software Development Kit*) [7] chamada *Natural User Interface (NUI) Library*. A arquitetura de funcionamento do dispositivo pode ser visualizada na Figura 4.9.

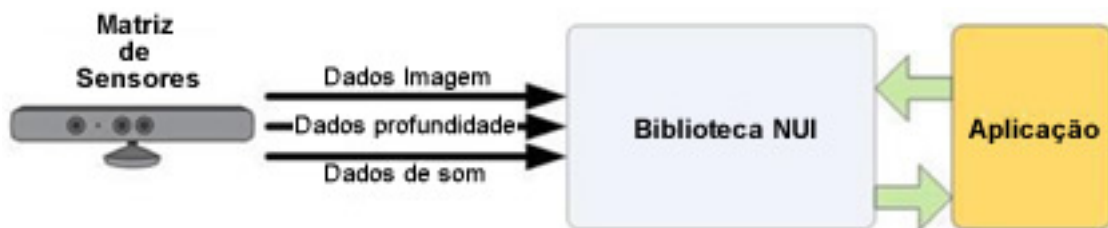


Figura 4.9: Arquitetura do dispositivo *Kinect*® [24].

4.3.2 Tecnologia *Real-Time Human Pose Recognition*

Os desenvolvedores do sistema *Kinect*® processaram uma grande quantidade de dados de capturas de movimentos, em cenários da vida real, utilizando uma máquina de aprendizado. Esta foi capaz de mapear os dados para modelos que representavam pessoas em fisionomias diferentes. Com estes dados, pesquisadores como Shotton [34] conseguiram ensinar o sistema a detectar milhares de tipos de poses humanas, mapeando-as para um esqueleto tridimensional. Este algoritmo, gerado a partir do aprendizado do sistema, foi chamado de *Real-Time Human Pose Recognition*.

Com o esqueleto gerado pelo *Kinect*® (Figura 4.10) a partir de seu “cérebro”, foi possível a detecção de gestos e movimentos, alavancando, assim, a gama de possibilidades de programas e jogos que pudessem ser gerados a partir deste dispositivo.

Os dados referentes ao reconhecimento de jogadores/usuários e de seus esqueletos são processados diretamente no hardware do *Kinect*®, sem a necessidade de um software específico para trazer esta inovação ao computador ou ao videogame Xbox.

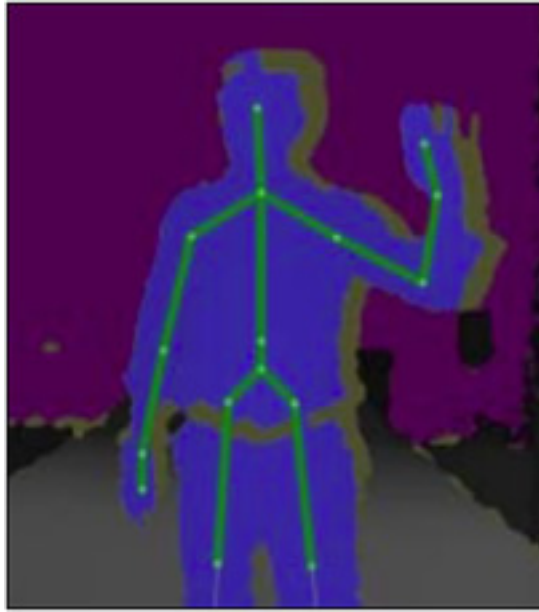


Figura 4.10: Esqueleto gerado pelo *Kinect*[©] [18].

4.3.3 SDK *Software Development Kit*

O *Kinect for Windows*[©] SDK é uma ferramenta que permite ao desenvolvedor fácil acesso às capacidades oferecidas pelo dispositivo *Kinect*[©]. Este pacote de desenvolvimento inclui *drivers*, acesso aos dados do sensor de profundidade e da câmera colorida RGB, funções para movimentação do motor, funções para rastreamento de corpos humanos, documentação e exemplos de aplicações [7]. Este pacote funciona apenas em sistemas operacionais superiores ao *Windows 7* e fornece capacidades para desenvolvedores criarem aplicativos nas linguagens de programação C++, C# ou Visual Basic, utilizando o *Microsoft Visual Studio 2010* ou superior. O SDK não fornece nenhum algoritmo de visão computacional ou processamento de imagens para serem aplicados nos dados adquiridos pelos sensores do *Kinect*[©]. Caso o usuário queira utilizar filtros ou algoritmos de segmentação ou reconhecimento de elementos, o desenvolvedor precisará adicionar outras bibliotecas ao seu projeto.

4.3.4 Outras Tecnologias Utilizadas com o SDK

Como citado na seção anterior, o SDK não faz tudo sozinho. Neste trabalho foram utilizadas duas bibliotecas muito importantes para o reconhecimento facial e das mãos. Chamadas de “*toolkits*”, ou seja, *kit* de ferramentas, esses componentes auxiliam no processamento de alguns segmentos corporais não planejados inicialmente para o uso do *Kinect*[©], mas suportados por sua tecnologia que fornece informações precisas de profundidade e tamanho dos elementos. Essas tecnologias são as seguintes:

1. **FingerTracking:** componente responsável pela identificação das mãos e dedos do usuário [14]. Essa biblioteca utiliza um algoritmo de reconhecimento baseado na pigmentação das mãos para reconhecer seu formato;
2. **FaceTracking:** componente responsável na captura e detecção dos elementos presentes na face do usuário [4]. Essa biblioteca possibilita a identificação de oitenta e sete(87) pontos presentes na face de uma pessoas.

A Figura 4.11 apresenta exemplos de reconhecimento facial e das mãos.

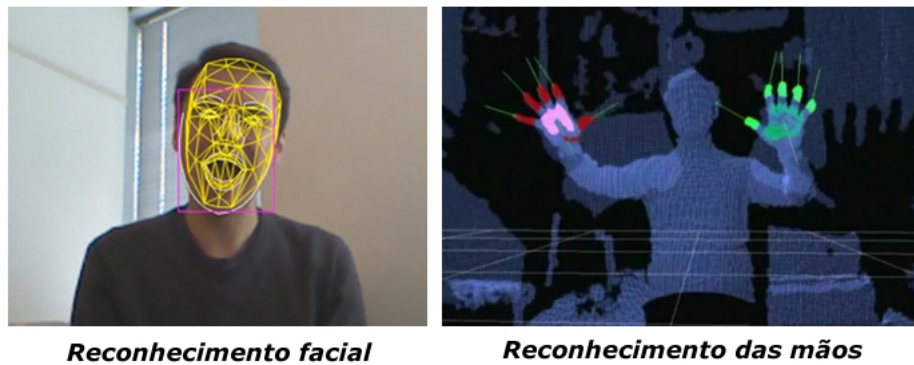


Figura 4.11: Detecção de elementos da face e das mãos [14].

4.3.5 Interação com o Usuário

Os gestos são fundamentais para o *Kinect*®, assim como cliques são fundamentais para plataformas gráficas, o toque é fundamental para o acionamento neste tipo de interfaces. Ao contrário das linguagens de interação digitais da interface gráfica do usuário, os gestos são peculiares e já existem no mundo real. Sem computadores, não haveria necessidade do mouse. Gestos, por outro lado, são uma parte da comunicação diária. Eles são usados para melhorar a nossa fala e fornecer ênfase, bem como para indicar o humor. Gestos como o aceno e apontar são usados de maneira natural como uma forma de discurso desarticulado. O vocabulário de gestos é tão abundante que é o mesmo de ter uma subclasse classificada como "obscena"; a desculpa será dizer que não existe tal coisa como um clique obsceno.

Neste tópico, o trabalho abordará rapidamente as técnicas existentes de reconhecimento gestual, [19], dando ênfase no método utilizado neste trabalho, os quais são:

- **Detecção por Rede Neural:** A utilização desse processo sugere que o software aprenda a reconhecer um gesto, por intermédio de sua repetição. Essa técnica utiliza sistemas que simulam o processo cognitivo do cérebro.
- **Detecção por Exemplo:** Técnica baseada no uso de *templates*, ou seja, arquivos com a captura das coordenadas e movimentos feitos anteriormente por uma pessoa. O reconhecimento é feito por meio da aproximação do movimento executado com o do arquivo armazenado;

- **Deteção por Algoritmo:** A utilização de algoritmos é um simples processo de definição de regras e condições que devem ser satisfeitas para produzir um resultado. No caso da deteção de sinal, o resultado é binário. Um gesto ou é realizado ou não é realizado.

Este trabalho utiliza a deteção gestual por algoritmo. Um dos fatores que influenciaram a escolha desse método foram os requisitos de software encontrados, como também a curva de aprendizagem na utilização dessa tecnologia.

O dispositivo *Kinect*[©] consegue identificar os segmentos do corpo, como já foi explicado anteriormente. O sensor gera um esqueleto virtual 2D, mas também existem as informações 3D. No momento, apenas 2D é o suficiente. Para o desenvolvedor, essa informação é recebida em forma de coordenadas (x, y) do plano cartesiano e de qual segmento corporal pertence. A lógica é bem simples, basta processar o recebimento dessas coordenada, que chegam por quadro de captura, e caso a situação programada seja alcançada um gesto ocorreu. A Figura 4.12 mostra a ideia de como capturar uma pessoa balançando a mão em um gesto de adeus.

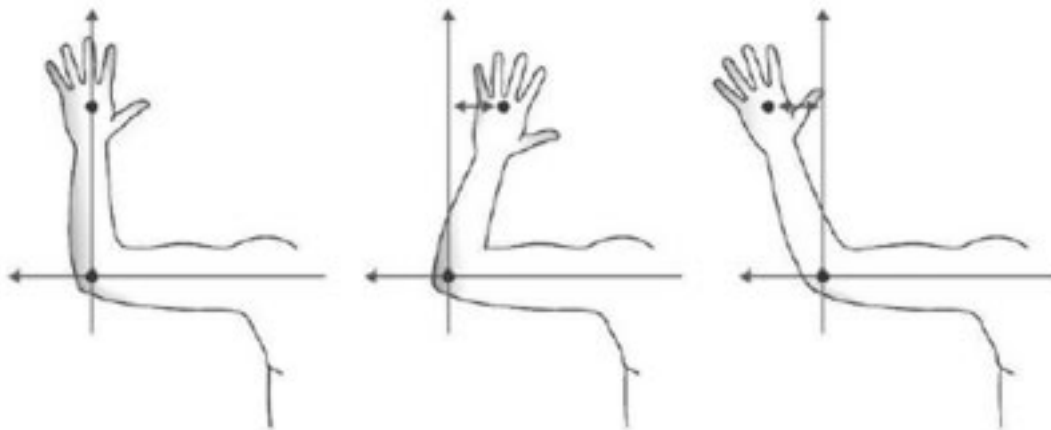


Figura 4.12: Deteção do gesto de dar adeus [19].

4.3.6 Linguagem C#

A linguagem C# é simples, moderna e orientada a objeto. Tem suas raízes na família de linguagens C, e torna-se familiar para programadores de C, C++ e Java [28]. Os arquivos fonte em C# são do tipo “.cs” e todos os fontes em um projeto são compilados diretamente para um arquivo executável com extensão “.exe” ou do tipo “.dll”, quando é criada alguma biblioteca. Portanto, não existem arquivos intermediários como “.obj” ou “.o”.

Na linguagem C# várias características ajudam na construção de aplicativos robustos e duráveis. A coleta de lixo é automática recuperando a memória ocupada por objetos não utilizados, o tratamento de exceção fornece uma abordagem estruturada e extensível

para a detecção de erros e a recuperação, e o projeto de linguagem segura torna impossível ler a partir de variáveis não inicializadas, ler índices de matrizes além de seus limites, ou realizar conversões de tipo não equivalentes.

A linguagem possui um sistema de tipo unificado. Em C# todos os tipos, até mesmo os primitivos, assim como *int* e *double*, herdam de um tipo objeto. A Figura ?? mostra um exemplo de código e sua estrutura. Desta maneira, todos os tipos compartilham um conjunto de operações e valores, de qualquer tipo, podem ser armazenados, transportados e operados de maneira consistente. Além disso, a linguagem suporta tipos definidos pelo usuário e tipos de referência (ponteiros), permitindo a alocação dinâmica de objetos.

4.3.7 O XAML (WPF)

Antes da explicação da tecnologia XAML (*Extensible Markup Language*) [8], faz-se necessária uma rápida explanação sobre o conceito do *Windows Presentation Foundation* (WPF). Basicamente, é um sistema de apresentação de última geração, usado para criar aplicativos baseados em *Windows*® com experiências visualmente impressionantes ao usuário. Com o WPF é possível criar diversas aplicações.

O núcleo do WPF é um mecanismo de resolução independente de renderização vetorial, criado para tirar proveito dos modernos *hardwares* gráficos dos computadores. WPF estende o núcleo com um conjunto abrangente de recursos de desenvolvimento de aplicativo que incluem *Extensible Application Markup Language* (XAML), controles, associação de dados, leiaute, Elementos gráficos 2-D e 3-D, animação, estilos, modelos, documentos, mídias, texto e tipografia. WPF é presente no *Windows*® *.NET Framework*. Portanto, é possível criar aplicativos que incorporam outros elementos da biblioteca de classes *.NET Framework*.

O **XAML** é uma linguagem de marcação declarativa. Como é aplicada ao modelo de programação *.NET Framework*, a XAML simplifica a criação de uma interface de usuário para um aplicativo *.NET Framework*.

Assim sendo, pode-se criar elementos UI visíveis na marcação declarativa de XAML e, em seguida, separar a definição do UI da lógica de tempo de execução usando arquivos *code-behind*, incorporados à marcação por meio de definições de classe parcial. Diretamente, a XAML representa a instanciação de objetos em um conjunto específico de fazendo tipos definidos em módulos (*assemblies*). Isso é diferente da maioria das outras linguagens de marcação, que são, em geral, uma linguagem interpretada sem uma ligação direta para um sistema de tipos de *backup*. A XAML permite criar um fluxo de trabalho onde parte da equipe de desenvolvimento podem trabalhar na interface de usuário e outra na lógica de um aplicativo, usando ferramentas potencialmente diferentes.

Quando representados como texto, arquivos XAML são arquivos XML que geralmente têm a extensão “.xml”. Os arquivos podem ser codificados por qualquer XML de codificação, mas a codificação como UTF-8 é normal.

A Figura 4.13 mostra como se criar um botão em uma interface. O objetivo deste exemplo é apenas mostrar como a XAML pode representar uma interface (não é um exemplo completo).



```
<StackPanel>
  <Button Content="Click Me" />
</StackPanel>
```

Figura 4.13: Exemplo de código em **XAML** [8].

4.3.8 Ambiente de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do Aproximar optou-se pela ferramenta mais alinhada a escolha do *hardware*, no caso o sensor *Kinect*[®], e à proposta do projeto. Com isso, a ferramenta escolhida para a construção do software foi o *Microsoft Visual Studio* 2012.

O *Microsoft Visual Studio*[®] [9] é um pacote de programas da *Microsoft*[®] para desenvolvimento de software especialmente dedicado ao *.NET Framework* e às linguagens Visual Basic (VB), C, C++, C# (C Sharp) e J# (J Sharp). Também é um grande produto de desenvolvimento na área *web*, usando a plataforma do ASP.NET. As linguagens com maior frequência nessa plataforma são: a VB.NET e o C#, que foi a linguagem utilizada na produção do software deste trabalho.

Assim, o próximo capítulo aborda as características do software Aproximar.

Capítulo 5

O Software Aproximar

Terminada toda a etapa de desenvolvimento, surgiu uma ferramenta educacional gratuita batizada de Aproximar. A proposta é tentar, por intermédio da tecnologia, incentivar o estudante autista a desenvolver ações simples, promovendo uma melhora de sua socialização e interação com outras pessoas. Isso é o Aproximar.

Neste capítulo, encontram-se informações específicas a respeito do Software Aproximar, como seus requisitos educacionais e técnicos, uma visão geral da ferramenta, as atividades de reconhecimento gestual e o processo de validação do aplicativo.

5.1 Requisitos Educacionais

O desenvolvimento do Aproximar seguiu uma série de requisitos educacionais. Estes foram pontuados por meio de entrevistas com professores de escolas de ensino especial do Distrito Federal, auxiliando a aderência do Software ao público alvo e as atividades propostas. O registro dessas informações ocorreu na etapa de levantamento de requisitos, e no processo de validação do Aproximar. Alguns dos requisitos educacionais são:

- A interface gráfica foi construída de forma enxuta e objetiva, seguindo as orientações dos professores. O motivo dessa recomendação deve-se ao fato de estudantes autistas tenderem a dispersar a atenção ou confundi-la, caso haja muita informação em uma tela;
- O Software busca a simplicidade, não existindo elementos de distração, como fotografias ou animações desnecessárias;
- As áreas de exibição dos vídeos foram maximizadas. Desta forma, a atenção do estudante seria concentrada para estes pontos durante as atividades desenvolvidas;
- Uso do alto contraste nas telas e componentes de controle do Software. É exigência dos professores para facilitar a localização e a operação dos comandos;
- No Aproximar, foi criado um sistema de reprodução de vídeos, onde existem três categorias que são: vídeo de tarefas, vídeos motivacionais e vídeos explicativos. Estes estão localizados em uma pasta específica dentro da instalação do Software, possibilitando sua troca pelo usuário;

- O Software realiza captura e exibição de vídeo em tempo real, executada por meio do sensor de movimento. Parte fundamental e necessária ao recurso de reconhecimento gestual. A intenção é trabalhar como uma brincadeira de imitar em frente a um espelho;
- As atividades de reconhecimento gestual foram elaboradas pensando na socialização e interação desejadas para esses estudantes. Sendo assim, os gestos escolhidos foram:
 - mandar beijo;
 - fazer sim e não com a cabeça;
 - levar as mãos na cabeça;
 - fazer sinal de positivo (legal);
 - bater palmas;
 - dar tchau.
- Ampla utilização da fonte arial, por se tratar de uma fonte simples e de poucos adornos, o que melhora a legibilidade dos comandos do sistema.

5.2 Requisitos Técnicos

O Aproximar é um aplicativo *desktop* que utiliza tecnologia avançada (sensor de gestos), é escrito na linguagem C# [28] e segue um modelo arquitetural baseado em camadas como o MVC [6], conforme descrito no capítulo anterior. Funciona de forma *stand-alone*, não necessitando de conexão de rede com acesso a *internet* para ser executado. Construído com tecnologias inovadoras como o sensor de movimento *Kinect for Windows*®, o Aproximar possibilita uma forma incomum de interação homem-máquina que ultrapassa o uso das ferramentas convencionais (teclado e mouse), demonstrando ser bem útil no processo educacional.

Entretanto, a forte dependência do SDK deste sensor possibilita o uso em apenas um sistema operacional, o *Windows*®. Outra questão importante é o fato do processamento gestual requerer um hardware com significantes recursos de processamento. Sendo assim, as Tabelas 5.1 e 5.2 mostram os requisitos mínimos de *hardware* e Software para a execução do Aproximar.

Atualmente, existem no mercado outros sensores de movimento como Xtion da ASUS e o CARMINE da PrimeSense. Apesar disto, o Aproximar foi elaborado para funcionar especificamente com o *Kinect for Windows*®. Nem mesmo a versão do *Kinect*® para *Xbox* funcionará no Aproximar, pois este possui um *firmware* incompatível com o SDK para o *Kinect for Windows*®.

Tabela 5.1: Requisitos técnicos de hardware do Aproximar.

Hardware Necessário	
Hardware	Especificação
Processador	Dual core 2.66 GHz
Memória RAM	2 GB
Placa de vídeo	Suporte ao <i>Directx</i> 9.0 [©]
Sensor	<i>Kinect</i> [©] para <i>Windows</i> [©]

Tabela 5.2: Requisitos técnicos de software do Aproximar.

Software Necessário	
Software	Versão
SO <i>Windows</i> [©]	7 ou superior (x86 ou x64)
<i>Drivers Kinect</i> [©]	SDK 1.7
<i>Acrobat Reader</i>	9 ou superior

5.3 Visão Geral do Aproximar

Ao executar o Aproximar, o usuário visualiza a *Splash Screen* (Figura 5.1) com o nome do programa e a sua versão. Esse passo merece atenção, pois nesse momento o aplicativo verifica as condições do sistema para sua perfeita execução.



Figura 5.1: Aproximar - *Splash Screen*.

Caso ocorra um problema, por exemplo, com o sensor de movimento, o usuário receberá uma mensagem de erro (Figura 5.2) indicando qual ação a ser tomada.

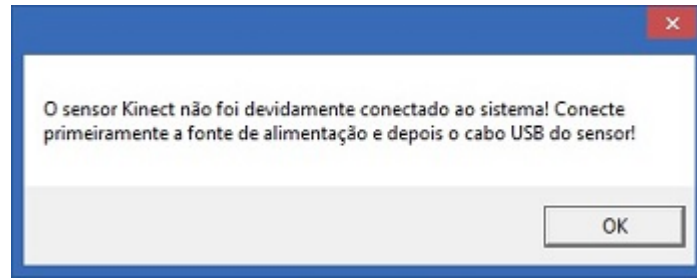


Figura 5.2: Tela de erro indicando problemas com o sensor.

Na tela principal do Software (Figura 5.3), o usuário visualiza um vídeo introdutório do Aproximar, onde recebe informações descritivas das funcionalidades presentes nesta tela. As opções de navegação são:

- **Ajuda:** orientações ao professor sobre o uso do Aproximar. Esse botão abre um vídeo informativo que contém informações sobre a proposta da ferramenta, seu público alvo e sugestões de uso em sala de aula;
- **Iniciar:** inicia o primeiro passo para a execução do aplicativo. Nesta opção o usuário é levado ao módulo de configurações do Aproximar. É indispensável para o correto funcionamento da ferramenta;
- **Creditos:** essa opção mostra a lista de pessoas envolvidas no projeto e suas contribuições na elaboração do Software;
- **Botões de reprodução de vídeo:** utilizados para reproduzir ou pausar o vídeo informativo;
- **Botão de sair:** encerra a execução do aplicativo.

Ao deixar a tela principal, botões de navegação ficam visíveis na parte inferior da tela. O usuário pode avançar ou retroagir da forma que desejar. Esses botões não são visíveis na tela inicial. No restante do sistema, eles sempre estarão presentes. O botão de sair estará visível em todas as telas do Aproximar. Assim, é possível encerrar o Software de maneira rápida. A Figura 5.4 mostra em destaque os controles citados.

5.3.1 Configurações do Aproximar

Antes do início das atividades, algumas configurações são necessárias para o correto funcionamento do Aproximar. Isso é feito por intermédio do módulo de configurações, que no software, recebeu o título de “Ajustes Obrigatórios do Sistema” (Figura 5.5).

Nesta tela existem dois componentes de vídeo, dispostos um ao lado do outro que ocupam praticamente toda a janela, cada um com funções bem distintas. Assim, por meio do elemento da esquerda, o usuário tem a visão da câmera disponível no sensor *Kinect*®, onde pode visualizar os movimentos que executa. Do lado direito, ocorre a



Figura 5.3: Tela inicial do software Aproximar.

reprodução de um vídeo informativo, explicando passo a passo como posicionar o usuário e ajustar o ângulo de inclinação do *tilt* do sensor *Kinect*®.

Para isso, o sensor deve estar corretamente fixado, ou seja, em cima do monitor/televisão com a utilização de um suporte feito especialmente para o próprio *Kinect*®. A Figura 5.6 ilustra essa situação.

Além do componente de ajuste de inclinação do sensor de movimento, este módulo apresenta duas funcionalidades muito importantes que possibilitam a verificação do *skeleton tracking* e *finger tracking*, tecnologias estudadas no capítulo anterior deste trabalho.

Como explicado anteriormente, o sensor de movimento captura as imagens do usuário para detectar os segmentos corporais como mãos, cabeça, braços, pernas etc. A distância entre sensor e usuário influencia diretamente na qualidade da amostragem do sinal captado, sendo este necessário na detecção do movimento gestual. Durante o processo de ajuste da distância, o usuário deve pressionar um botão vermelho, em destaque na interface do sistema. Este habilita as funções de *skeleton tracking* e *finger tracking* e proporciona, automaticamente, um *feedback* visual sobre o rastreamento que o sistema realiza nesta etapa.

Assim, o retorno visual aparece para o usuário na forma de três círculos sólidos, coloridos com tons de verde, vermelho e azul, representando respectivamente a posição da cabeça, mão esquerda e mão direita. Além disso, caso a pessoa abra a mão próximo ao sensor, o sensor *Kinect*® verifica a quantidade de dedos presentes, mostrando esse número em um contador presente no painel de configurações. A Figura 5.7 ilustra bem essas duas visualizações.



Figura 5.4: Botões de navegação da tela inicial.

Ao final da etapa de configurações, as seguintes condições devem ser alcançadas:

- Estudante deve estar sentado e centralizado em relação ao sensor de movimento;
- A cabeça, os braços e as mãos do estudante devem ficar sempre visíveis para a câmera do sensor *Kinect*®;
- A distância em relação ao sensor e o estudante precisa ser mantida entre 1,60m e 2,10m. Dessa forma, pode-se garantir o processamento de todas as capturas do sistema;
- Apenas um único usuário/estudante pode ficar no raio de ação do sensor. Apesar do sensor *Kinect for Windows*® ser capaz de capturar até seis pessoas, o Aproximar foi projetado para capturar a presença de um único indivíduo;

Finalizando a parte de configurações, o software Aproximar permite o acréscimo ou a troca dos vídeos motivacionais. Para tanto, basta o usuário encontrar a pasta de instalação do Aproximar no Windows e remover ou adicionar novos arquivos de vídeo na pasta "cumprimentos", contanto que estes estejam em um formato suportado pelos tocadores de vídeo do sistema operacional.

5.3.2 Reconhecimento Gestual

O último módulo é o de reconhecimento gestual, ou seja, as tarefas do software para a realização do trabalho com o estudante estão disponíveis nessa parte do sistema. Para

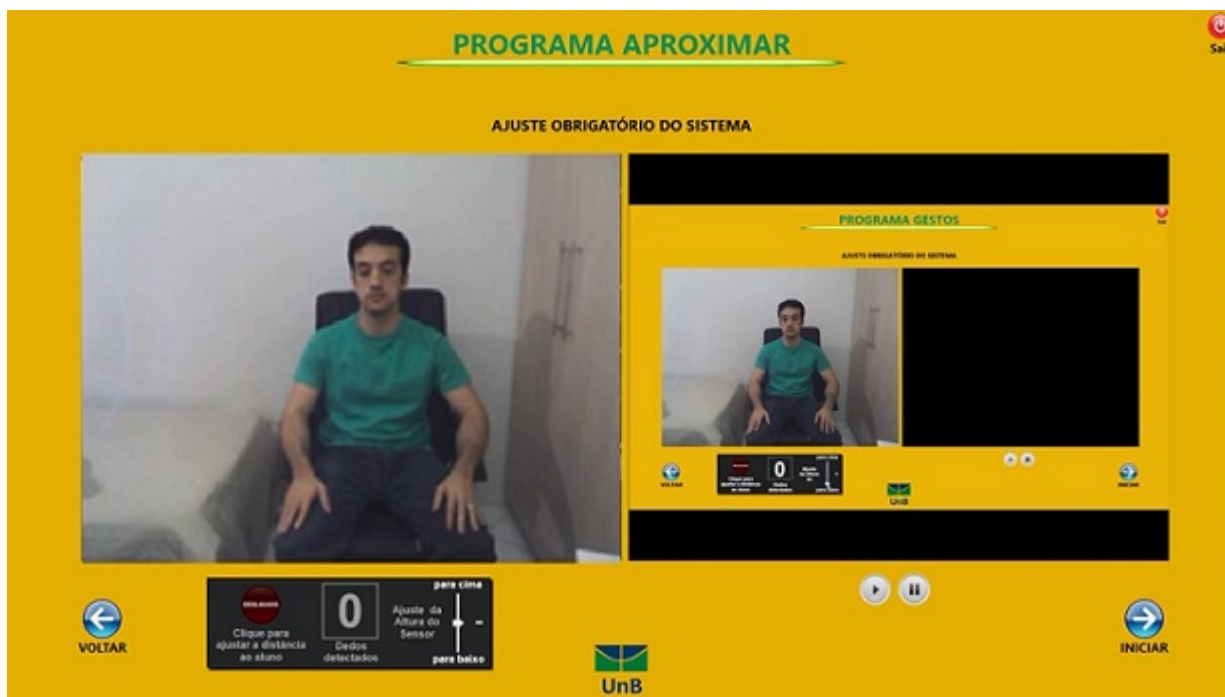


Figura 5.5: Ajuste obrigatório no software Aproximar.

facilitar o entendimento desse módulo, são elencados os componentes contidos na interface gráfica e suas respectivas funcionalidades. A Figura 5.8 mostra a tela do Aproximar e seus componentes em destaque.

1. **Tela Tarefa:** exibição dos vídeos de tarefas;
2. **Tela Motivação:** exibição dos vídeos motivacionais;
3. **Seleção Tarefas:** controle de seleção de vídeo de tarefa;
4. **Seleção Motivação:** controle de seleção do vídeo motivacional;
5. **Selecionar Cor:** Seleção de cor do fundo da aplicação;
6. **Botão Tarefa:** execução de tarefa;
7. **Botão Motivador:** execução de vídeo motivacional.
8. **Botão Voltar:** retornar ao módulo anterior.

A ideia deste módulo é promover uma operação simples e fácil, atendendo aos requisitos educacionais de interface levantados ao longo do projeto. Para iniciar uma tarefa, o professor escolhe o que deseja trabalhar no controle 3, indicado na Figura 5.8. O Aproximar, por *default*, possibilita ao educador trabalhar com até sete reconhecimentos gestuais, os quais são:



Figura 5.6: Sugestão de fixação do sensor *Kinect*®.



Figura 5.7: Painel de configurações, visualização dos segmentos do corpo.

- Mandar beijo;
- Fazer sim com a cabeça;
- Fazer não com a cabeça;
- Colocar as mãos na cabeça;
- Fazer sinal de positivo (legal);
- Bater palmas;
- Dar tchau.

Antes de iniciar o processo de reconhecimento gestual, o professor pode selecionar um dos vídeos motivacionais disponíveis, o reforço positivo da tarefa. Feito isso, basta acionar o botão “TAREFA”, controle 6 da Figura 5.8.

Iniciada a exibição do vídeo da tarefa, o Software fica aguardando uma resposta positiva do estudante, ou seja, espera a realização de um movimento similar ao exibido.



Figura 5.8: Tela de reconhecimento gestual do Aproximar.

Existindo uma resposta positiva, ocorre a exibição do vídeo motivacional escolhido. O diagrama da Figura 5.9, resume os passos e ações para um ciclo completo de uma tarefa gestual.

Como o processo de detecção gestual não é 100% à prova de falhas, existe um “Botão Motivador”. Com essa funcionalidade, o professor que acompanha a tarefa pode disparar o reforço positivo. Também pode ser utilizado para reproduzir o vídeo motivador, verificando assim seu conteúdo.

5.4 Testes do Software

Com o intuito de garantir a qualidade do Aproximar como uma ferramenta educacional complementar, alinhada à clientela proposta, ou seja, estudantes autistas, o aplicativo foi submetido a professores especialistas de duas escolas públicas do Distrito Federal e seus estudantes para a constatação da sua utilidade e importância como um Software educacional válido.

5.4.1 Metodologia

No decorrer do processo foram realizadas visitas a duas escolas, onde professores trabalham diretamente com estudantes autistas, tanto no ensino especial como no regular. Um total de nove educadores participaram do processo de validação, orientados e acompanhados pelos participantes deste projeto.

Todo o processo de validação durou três meses, abrangendo os meses de agosto, setembro e outubro de 2013. Durante esse período, ocorreram ajustes baseados nos *feedbacks*



Figura 5.9: Diagrama com resumo de uma atividade.

dos professores e observações feitas pela equipe deste projeto. No decorrer do trabalho de validação foram adotadas três dinâmicas:

1. **Foco no Professor:** apresentação do software, primeiramente, ao professor. Nessa etapa eram levantadas as impressões do professor. Basicamente eram vistas questões sobre usabilidade do Software, como por exemplo, a disposição de controles na interface gráfica, a forma como os vídeos de tarefas exibiam os comandos etc. Resumindo, neste processo era buscado sugerir o acréscimo/retirada de funcionalidades ou componentes em função de melhorar o Aproximar;
2. **Foco no Estudante:** foram observadas questões como entendimento das tarefas, ajuste do ambiente para uso do sistema e medição dos tempos das tarefas para não criar fadiga nos estudantes e discentes;
3. **Foco no Processo:** a perspectiva da análise concentrava-se em verificar todo o conjunto (professor, estudante e Software) procurando melhorar o andamento das atividades, seja promovendo mudanças de *hardware*, Software, ambiente ou dinâmica das aulas.

No decorrer do processo, cada abordagem foi aplicada de forma intercalada e nos momentos mais oportunos. Na validação, o equipamento utilizado tinha as seguintes características:

1. Processador i7;
2. 4 GB de memória RAM;

3. Placa-mãe com recursos de rede, som e vídeo *onboard*;
4. Teclado, mouse e caixas de som externas;
5. Monitor de 21 polegadas;
6. *Hard-disk* de 500 GB
7. Sistema operacional da *Microsof - Windows 8*®;
8. Sensor de Movimentos *Kinect for Windows*®.

5.4.2 Análise dos Resultados

Durante esses três meses de validação, o Aproximar foi avaliado por uma equipe de professores pertencentes a duas escolas. O público de estudantes autistas era variado e com níveis de comprometimento diferente. As Tabelas 5.3, 5.4 e 5.5 mostram de forma detalhada essas informações:

Tabela 5.3: Tabela informativa do público observado.

Escolas	
Nome	Público
Centro de Ensino Especial	Estudantes com maiores comprometimentos comportamentais
Escola Classe	Estudantes incluídos em classes regulares

Tabela 5.4: Tabela informativa com os dados da validação.

Informações da Validação	
Tipo	Quantidades
Professores	09
Estudantes	23
Duração	03 meses
Faixa etária	07 a 14 anos

Ao final do processo os resultados foram muito satisfatórios, tendo os estudantes apresentado progressos. Nenhum estudante mostrou rejeição ao equipamento, fato importantíssimo para a validação. Entretanto, uma minoria deles ficou apática, não dando resposta alguma aos estímulos apresentados pelo computador. A maioria deles teve sua atenção

despertada pelo equipamento. Muitos estudantes sorriram, bateram palmas, brincaram com sua imagem da câmera ao vivo. A maioria deles, após algumas sessões, passou a repetir os gestos mostrados no monitor de vídeo, objetivo dessa atividade educacional. Segundo conclusões proferidas pelos professores, o Software Aproximar é adequado para uso com esse público-alvo.

Tabela 5.5: Tabela com o CID-10 das condições clínicas.

Escola e CEE Todos os estudantes possuem avaliação diagnóstica de TGD (Transtorno Global do Desenvolvimento), apresentando também as seguintes Condições Clínicas Associadas	
CID	Deficiência
F84.0	Autismo infantil
G40.0	Epilepsia e síndromes epiléticas idiopáticas definidas por sua localização (focal) (parcial) com crises de início focal
F84	Transtornos globais do desenvolvimento
Q90	Síndrome de Down
F78.1	Outro retardo mental comprometimento significativo do comportamento requerendo vigilância ou tratamento
K21	Doença de refluxo gastroesofágico
Q90.9	Síndrome de Down não especificada
Q92.6	Cromossomos marcadores suplementares

Capítulo 6

Conclusão e Trabalhos Futuros

Este capítulo traz a conclusão do estudo e das reflexões envolvidas no decorrer deste trabalho. O intuito é mostrar que o uso de tecnologias se reverte em novas práticas que delineiam novos caminhos. E, ao mesmo tempo, com base nos resultados deste estudo sugerir melhores rumos a serem adotados na utilização de novos recursos tecnológicos. Desta forma, auxiliar educadores com novas ferramentas educacionais, como o Aproximar, e incentivar o uso de novas tecnologias no processo educacional.

6.1 Conclusão

O Aproximar passou por um período de três meses de validação em duas escolas públicas especializadas do Distrito Federal. Durante esse processo, os professores envolvidos no projeto puderam constatar sua utilidade como ferramenta educacional, podendo ser utilizado conjuntamente com as atividades que envolvem o processo de socialização e atenção de estudantes autistas.

Dotado de recursos de multimídia, que englobam áudio, vídeos, captura de imagem e detecção de movimentos do usuário, o Aproximar despertou a atenção e a curiosidade do estudante autista, mostrando que é possível manter o foco na atividade pretendida, pois esse público tem facilidade em dispensar a atenção e, muitas vezes, rejeitar as tarefas propostas. Os comandos e as atividades gestuais foram preparados com o intuito de motivar o estudante a uma mínima socialização e interação com outros indivíduos, por meio da imitação de gestos como o acenar em sinal de adeus ou simplesmente reproduzir um sinal de positivo, o famoso legal. Nas atividades estão presentes vídeos motivacionais com animações, proporcionando o reforço positivo à resposta correta do estudante. Isso proporcionou um fácil entendimento sobre o cumprimento ou não da atividade, além de incentivar sua participação de forma lúdica.

A criação do Aproximar foi definida conjuntamente com professores de escolas públicas especializadas do Distrito Federal, e cada uma de suas atividades gestuais foi alinhada às atividades realizadas nas escolas referentes ao trabalho de socialização dos estudantes autistas. A ordem de execução dos comandos do software é definida pelo professor, que aciona e monitora a realização da atividade, intercedendo nos casos de uma resposta correta não detectada pelo Aproximar. Assim, sua utilização tornou-se bem fácil e lúdica.

Com opções de configuração e inserção de novos vídeos motivacionais, o Aproximar pode ser personalizado para melhor atender as necessidades de professores e trabalhar com um universo muito maior de estudantes autistas que preenchem os requisitos educacionais necessários para as atividades.

Como dito anteriormente, a abordagem adotada no Aproximar requer a intervenção do professor durante a utilização do software, não sendo previsto sua utilização de modo autônomo pelo estudante. É necessário o entendimento do professor que o Aproximar é uma ferramenta de auxílio, um software educacional de apoio as atividades bem específicas trabalhadas em sala de aula, sendo necessário o acompanhamento dos estudantes durante a sua utilização, reforçando e motivando a execução das tarefas. Sendo assim, é importante reforçar que o Aproximar não é um software autômato de ensino.

Computacionalmente, o Aproximar é uma aplicação *desktop*, construída em C#, que deve ser executada em computadores com um tipo específico de sistema operacional, o *Windows* da *Microsoft*®. A escolha dessa arquitetura se deve à forte dependência dos *drivers* do sensor de movimento utilizado, o *Kinect for Windows*®, em relação ao sistema operacional supracitado. Dessa forma, sua execução é garantida nos ambientes computacionais com requisitos mínimos necessários para sua execução. Além disso, criado com uma arquitetura de implementação modularizada, seguindo um padrão de camadas similar ao MVC [6], e a utilização da linguagem de programação C#, com vasta documentação disponível, espera-se que manutenções, modificações e futuras evoluções do Aproximar sejam realizadas de forma simples e segura.

A expectativa com o Aproximar é a sua utilização em escolas inclusivas especializadas, bem como outras organizações congêneres e instituições que atendam ao público de estudantes autistas, e que possam se beneficiar com essa ferramenta educacional gratuita, tornando-se um recurso tecnológico agregador de valor e dinamismo às atividades educacionais dentro do currículo funcional.

6.2 Sugestão de Trabalhos Futuros

O software Aproximar ainda pode ser expandido e receber melhorias em suas funcionalidades, como também ser utilizado como base para outros trabalhos devido à sua biblioteca gestual. Para tanto, seguem algumas sugestões de trabalhos futuros para o projeto:

- Ampliação da biblioteca de reconhecimento gestual, a fim de, possibilitar o reconhecimento de um número maior de gestos, ações e fisionomias. No processo de desenvolvimento do Aproximar, apareceram sugestões de criar reconhecimentos de apontar o dedo, abraço e aperto de mão. Devido à sua complexidade, esse desenvolvimento foi deixado para uma fase futura do projeto.
- Desenvolvimento de novos softwares educacionais que façam uso da biblioteca de reconhecimento gestual do Aproximar. Desta forma, explorar novas formas de interação entre estudantes com outras necessidades educacionais e o computador;

Referências

- [1] Associação brasileira de autismo, 2013. <http://www.autismo.org.br/site/abra/historia-e-atuacao.html>. Acessado em 24/11/2013, 20:51. 1
- [2] Autistas contam com atenção especial na rede pública. Portal GDF, Abril 2013. <http://www.saude.df.gov.br/noticias/item/2826-autistas-contam-com-atenc~ao-especial-na-rede-pública.html>. Acessado em 25/11/2013, 19:40. 15
- [3] Microsoft kinect for windows. <http://www.microsoft.com>, dezembro 2013. <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>.. Acessado em 15/12/2013, 23:37. vii, 34
- [4] Microsoft.kinect.toolkit.facetracking component. <http://msdn.microsoft.com/>, outubro 2013. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131022.aspx>.. Acessado em 24/11/2013, 22:45. 37
- [5] Ministério da saúde lança nesta 3ª política de atendimento a autista. UOL, Abril 2013. <http://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/estado/2013/04/02/ministerio-da-saude-lanca-nesta-3-politica-de-atendimento-a-autista.htm>. Acessado em 25/11/2013, 19:27. 16
- [6] Model view controller (mvc). dsc.ufcg.edu.br, 2013. <http://www.dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/map/html/arqu/mvc/mvc.htm>. Acessado em 03/12/2013, 23:16. 42, 54
- [7] Software development kit (sdk). www.microsoft.com, 2013. <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindowsdev/start.aspx>. Acessado em 03/12/2013, 23:39. 35, 36
- [8] Visão geral de xaml (wpf). <http://msdn.microsoft.com/>, Abril 2013. [http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/ms752059\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/ms752059(v=vs.110).aspx). Acessado em 22/11/2013, 15:47. vii, 39, 40
- [9] Visual studio. msdn.microsoft.com, Agosto 2013. <http://msdn.microsoft.com/pt-br/vstudio>. Acessado em 03/12/2013, 23:35. 40
- [10] ANA MARIA MELLO, HELENA HO, I. D. M. A. *Retratos do autismo no Brasil*, 1 ed. São Paulo, 2013. 15

- [11] ASPERGER, H. Die 'autistischen psychopathen' im kindesalter. *Archiv fur psychiatrie und Nervenkrankheiten* 117 (1944), 76–136. 4
- [12] BASS, L. *Software Architecture in Practice*, 3 ed. Pearson, 2012. 27
- [13] BOSH, J. *Design and use of software architectures*. Addison-Wesley, 2000. 27
- [14] CEREZO, F. T. 3d hand and finger recognition using kinect. Universidad de Granada (UGR), Setembro 2012. <http://channel9.msdn.com/coding4fun/kinect/Finger-Tracking-with-Kinect-SDK-and-the-Kinect-for-XBox-360-Device..> Acessado em 22/11/2013, 13:36. vii, 37
- [15] CRAWFORD, S. How microsoft kinect works. How Stuff Works, 2011. <http://electronics.howstuffworks.com/microsoft-kinect1.htm>. Acessado em 24/11/2013, 17:20. 35
- [16] ERICH GAMMA, RICHARD HELM, R. J. J. V. *Soluções Reutilizáveis de Software Orientado a Objetos*. Bookman, 2010. vii, 31, 32, 33
- [17] FRITH, U. *Autism - Explaining the Enigma*, second ed. Blackwell, 1989. 4
- [18] JANA, A. *Kinect For Windows SDK Programming Guide*, 1 ed. Packt Publishing Ltd., Livery Place, 35 Livery Street - Birmingham B3 2PB, UK., december 2012. vii, 36
- [19] JARRET WEBB, J. A. *Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK*. Apress, 2012. vii, 37, 38
- [20] JUNIOR, D. W. C. *Transtornos Invasivos do Desenvolvimento: 3o Milênio*, 2 ed. Presidência da República, 2005. 1
- [21] KANNER, L. Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child* 2 (1943), 217–250. 4
- [22] KERGINALDO, J. *Informática aplicada à educação*. Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2007. 18
- [23] LEAR, K. *Help Us Learn: A Self-Paced Training Program for ABA. Part I: Training Manual.*, 2 ed. Toronto, 2004. 8
- [24] LIMBERGER, F. A. *GERAÇÃO DE TRIMAPS EM TEMPO REAL UTILIZANDO O KINECT*. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2011. vii, 35
- [25] LORNA WING, J. G. Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 9 (1979), 11–29. 5
- [26] MARA LÚCIA SARTORETTO, R. D. C. R. B. *A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: recursos pedagógicos acessíveis e comunicação aumentativa e alternativa*. Universidade Federal do Ceará, Brasília, 2010. 21
- [27] MELLO, A. M. S. R. Autismo guia prático. Associação Autista, 2004. 5, 8

- [28] MICROSOFT. Introdução à linguagem c# e ao framework .net, 2013. [http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/z1zx9t92\(v=vs.90\).aspx](http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/z1zx9t92(v=vs.90).aspx). Acessado em 24/11/2013, 19:56. 29, 32, 33, 38, 42
- [29] MORAES, M. C. *Informática Educativa no Brasil: Uma história vivida, alguns lições aprendidas*, vol. viii. Revista Brasileira de Informática na Educação, Abril 1997. 17, 18
- [30] PAPERT, S. *LOGO: Computadores e Educação*. Editora Brasiliense, São Paulo, 1995. 17
- [31] PIAGET, J. *Problemas de psicolingística. Trad. Álvaro Cabral*. Editora Mestre Jou, São Paulo, 1973. 17
- [32] RITA BERSCH, C. S. Tecnologia assistiva no processo educacional. *Ensaios pedagógicos - construindo escolas inclusivas* (2005). 21
- [33] RUSSO, O. *Perfil das pessoas com deficiência no Distrito Federal*, 1 ed. Companhia de Planejamento do Distrito Federal – Codeplan, 2013. 2
- [34] SHOTTON, J. *Real-Time Human Pose Recognition in Parts from Single Depth Images*. Microsoft Research Cambridge & Xbox Incubation, Cambridge, 2010. 35
- [35] SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*, 8 ed. PEARSON, São Paulo, 2007. vii, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
- [36] VALENTE, J. A. *Computadores e Conhecimento - Repensando a Educação*. Gráfica da Unicamp, Campinas, 1994. 18